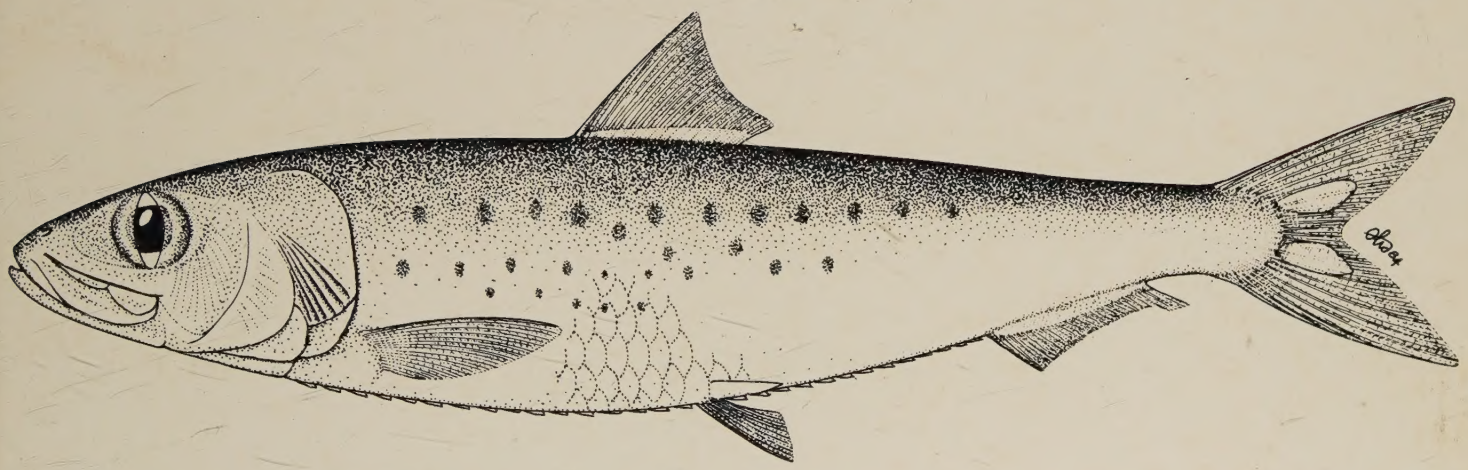
F13 (Rev.1)

FAO Sinopsis sobre la pesca N° 13 (Rev. 1)

FIR/S13(Rev. 1)
SAST - Sardina - 1,21(05)013,03

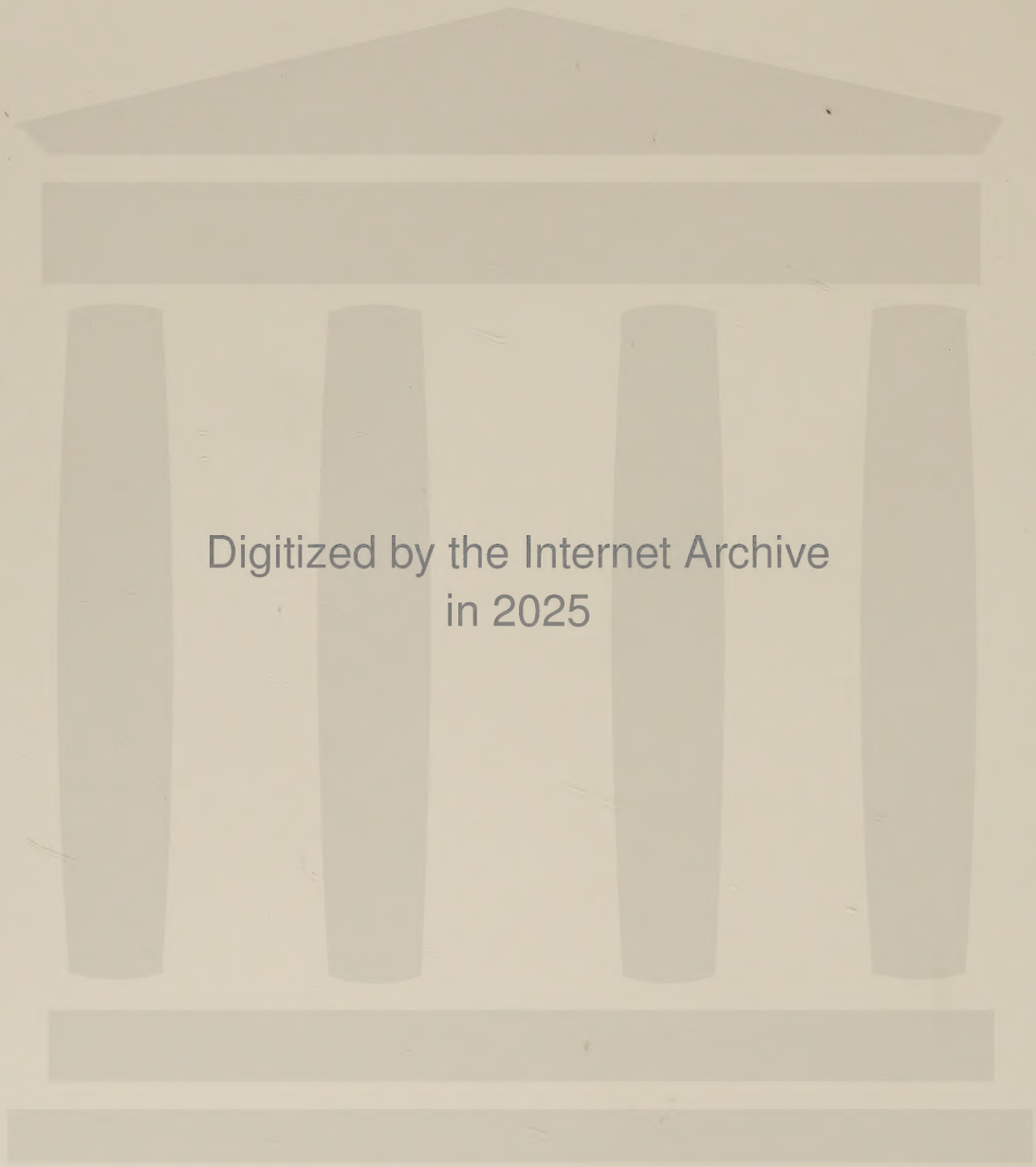
SINOPSIS DE DATOS BIOLOGICOS Y PESQUEROS DE LA SARDINA *Sardinops sagax* (Jenyns, 1842) EN EL PACIFICO SURORIENTAL

LIBRARY
DEC 5,1989
National Marine Fisheries Service
2570 Dole Street
Honolulu, Hawaii



FAO
fish.
synop.
no. 13
rev. 1

ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA
Y LA ALIMENTACION


Digitized by the Internet Archive
in 2025

https://archive.org/details/fao-fisheries-synopsis_1988_13

SINOPSIS DE DATOS BIOLOGICOS Y PESQUEROS DE LA SARDINA

Sardinops sagax (Jenyns, 1842) EN EL PACIFICO SURORIENTAL

Preparado por

Rodolfo Serra
Subsecretaría de Pesca
Bellavista 168
Piso 16, Valparaíso, Chile

y

Isabel Tsukayama
Instituto del Mar del Perú
Apartado 22 - Callao, Perú

ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION
Roma, 1988

FAO
Coll.
Synop.
no. 13
rev. 1

Library
NOAA, National Marine Fisheries Service
SWFC Honolulu Laboratory F/SWC2
2570 Dole Street
Honolulu, HI 96822-2396

PREPARACION DE ESTE DOCUMENTO

Esta sinopsis ha sido preparada como parte de las actividades del Programa Regular de la FAO con la finalidad de ampliar y difundir la información disponible sobre un recurso pesquero que en los últimos años ha adquirido una notable importancia. En 1960, la FAO publicó la primera sinopsis sobre la sardina (Sardinops sagax), la que fué preparada por el Dr Fernando De Buen Lozano. A inicios de los años 70, las poblaciones de sardina aumentaron considerablemente, promoviendo el desarrollo de una importante pesquería en el Pacífico sudoriental con lo cual aumentó también el esfuerzo de investigación y el volúmen de información y datos sobre la biología y la pesquería de esta especie. Esto, por tanto, justifica plenamente la preparación de una edición revisada de la sinopsis publicada en 1960. La edición revisada fué encargada por el Departamento de Pesca de la FAO a dos investigadores de esa zona (Chile y Perú) que por muchos años han venido trabajando en sus respectivos países sobre la población y la pesquería de la sardina.

RESUMEN

Esta sinopsis es una compilación y revisión de la información disponible sobre la identidad, distribución, bionomía, ciclo vital, estructura, y dinámica de poblaciones, explotación y protección de la sardina, Sardinops sagax.

Distribución :

Departamento de Pesca de la FAO
Oficiales Regionales de Pesca de la FAO
Autores

Para fines bibliográficos este documento debe ser citado como sigue :

Serra, R. y I. Tsukayama, 1988 Sinopsis de datos biológicos y pesqueros de la sardina, Sardinops sagax en el Pacífico suroriental. FAO Sinop. Pesca, (13)Rev.1:60 p.

CONTENIDO

Pagina

1. IDENTIDAD 1

1.1 Nomenclatura 1

1.1.1 Nombre válido 1
1.1.2 Sinonimia . . . . .

1.2 Taxonomía 1

1.2.1 Afinidades 1
1.2.2 Subespecies 2
1.2.3 Nombres comunes y vernaculares 3

1.3 Morfología 3

1.3.1 Morfología externa 3

2. DISTRIBUCION 4

2.1 Area total 4
2.2 Distribución diferencial 5

2.2.1 Desove, larvas y juveniles 5
2.2.2 Adultos 5

2.3 Determinantes de cambios en la distribución 5

3. BIONOMIA E HISTORIA VITAL 9

3.1 Reproducción 9

3.1.1 Sexualidad 9
3.1.2 Madurez 9
3.1.3 Apareamiento 9
3.1.4 Fertilización 9
3.1.5 Gónadas 9
3.1.6 Desove 10
3.1.7 Huevos 10

3.2 Fase preadulta 11

3.2.1 Fase embrionaria 11
3.2.2 Fase larval 12
3.2.3 Fase adolescente 17

3.3 Fase adulta 17

3.3.1 Talla máxima y longevidad 17
3.3.2 Tolerancia 18
3.3.3 Competidores 18
3.3.4 Predadores 18

3.4 Nutrición y crecimiento 18

3.4.1 Alimentación 18
3.4.2 Alimento 18
3.4.3 Tasa de crecimiento 18

3.5 Comportamiento 20

3.5.1 Migraciones y movimientos locales 20

Pagina

4. POBLACION 21

4.1 Esctuctura 21

4.1.1 Proporción de sexos. 21
4.1.2 Composición por edades 22
4.1.3 Composición por tallas de la población 24

4.2 Abundancia y densidad (de la población) 29

4.2.1 Abundancia promedio 29
4.2.2 Cambios en la abundancia 31
* 4.2.3 Densidad promedio
4.2.4 Cambios en densidad 32

4.3 Natilidad y reclutamiento 32

4.3.1 Tasa de reproducción 32
4.3.2 Factores que afectan la reproducción 32
4.3.3 Reclutamiento 33

4.4 Mortalidad y morbilidad 35

4.4.1 Tasas de mortalidad 35
4.4.2 Factores que causan o afectan la mortalidad. 37
* 4.4.3 Factores que afectan la morbilidad
* 4.4.4 Relación de la morbilidad con la tasa de mortalidad
4.4.5 Dinámica de la población. 37

4.5 La población en la comunidad y el ecosistema 38

5. EXPLOTACION 39

5.1 Equipos de pesca 39

5.1.1 Artes 39
5.1.2 Embarcaciones 42

5.2 Areas de pesca 45

5.3 Temporada de pesca 46

5.4 Operaciones de pesca e intensidad 46

5.4.1 Esfuerzo e intensidad 46
5.4.2 Selectividad 49
5.4.3 Capturas 50

6. PROTECCION Y MANEJO 52

6.1 Medidas de regulación 52

6.1.1 Limitación o reducción de la captura total 52
6.1.2 Protección de partes de la población. 53

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS 54

* No existe información

1. IDENTIDAD

1.1 Nomenclatura

1.1.1 Nombre válido

Sardinops sagax (Jenyns, 1842) (Fig.1); Zool.Voy. "Beagle", Fishes (4), 1842:134.

1.1.2 Sinonimia

Clupea sagax Jenyns (1842:134)
Alosa musica Girard (1854:199)
Clupea advena Philippi (1879:161)
Clupanodon fimbriata Abbott (1899:332)
Clupanodon sagax Abbott (1899:334)
Sardinella fimbriata Starks (1906:778)
Sardinella sagax Evermann y Radcliffe (1917:20); Nichols y Murphy (1922:504)
Arengus sagax Fowler (1940b:745); (1941:622); (1945:3)
Sardinops sagax Hildebrand (1946:86); Mann (1954:131); De Buen (1960:265).

1.2 Taxonomía

1.2.1 Afinidades

- Supragenérica

Phylum Chordata
Subphylum Vertebrata
Superclase Gnathostomata
Clase Osteichthyes
Orden Clupeiformes
Suborden Clupeoidei
Familia Clupeidae

- Genérica

Género **Sardinops** Hubbs, 1929, Proc.California Acad.Sci., 4(18):162-265.

Hubbs (1929), basándose en los trabajos de Thompson, propone la agrupación de todas las sardinas, con excepción de la europea y de aquella del norte de Africa, en el nuevo género **Sardinops**.

Fowler (1926, 1940, 1941, 1944, 1945) incluye a **Clupea sagax** en el género **Sardina** y posteriormente en el género **Arengus**, siguiendo el criterio de De Buen (1935) de priorizar **Arengus** Cornide, 1788 sobre **Sardina** Antipa, 1905. Sin embargo, De Buen no está de acuerdo con Fowler, pues considera que debe mantenerse independiente **Sardinops** de **Arengus** (**Sardina**).

Hildebrand (1946) reconoce el género **Sardinops** tal como fué definido por Hubbs (1929) e indica que Fowler (1941) no explica la razón de llevar a la sinonimia los géneros **Sardinops** y **Arengus**.

De acuerdo con Hubbs (1929) y Hildebrand (1946), la descripción del género **Sardinops** es: Cuerpo alargado, moderadamente comprimido; línea media del abdomen no fuertemente comprimida, con escudetes algo débiles; boca moderadamente grande; el maxilar no sobrepasa la mitad del ojo; mandíbula superior sin una hendidura definida en la línea media; dientes pequeños o ausentes, ninguno sobre el vómer; opérculo con bordes y surcos radiales más bien pronunciados; branquispinas numerosas, aquellas de la rama superior se extienden hacia adelante y hacia abajo, a través de aquellas de la rama inferior; pliegue dérmico en la parte vertical de la cintura escapular corto y ligeramente bilobulado; opérculo profundamente hendido sobre una extensión dérmica de la cintura escapular, por delante de la pectoral; escamas regularmente dispuestas, con radio casi vertical, alrededor de 50 en serie lateral; cerca de 50 vértebras; la dorsal sobre la mitad del cuerpo, con 16 a 20 radios; la anal con aproximadamente el mismo número de radios, los últimos dos agrandados; la ventral con 8 radios, insertada bajo la base de la dorsal.

- Específica

El especímen tipo es **Clupea sagax** de Jenyns (1842:134), de la Isla San Lorenzo, Perú.

La siguiente descripción es de Hildebrand (1946): Cabeza, 3,3 a 3,7; altura del cuerpo, 4,2 a 4,6 en long.est.; D, 17 a 20; A, 17 a 19; P, 17 a 18: escamas, 52 a 60; vértebras, 50 a 52 (dos especímenes disectados). Cuerpo sólo moderadamente comprimido, su mayor grosor generalmente casi igual a su altura en el origen de la anal; pedúnculo caudal corto y algo delgado, su altura 3,8 a 4,2 veces en la cabeza; cabeza comprimida, moderadamente

plana arriba, su mayor grosor igual al hocico y hasta la mitad del ojo; hocico romo, 3,5 a 3,8 veces en la cabeza; ojo 4,25 a 5,0; boca moderada, oblícua, casi terminal, con una ligera hendidura en la mandíbula superior; maxilar ancho, su margen inferior ampliamente convexo, extendiéndose aproximadamente hasta la mitad del ojo, 2,25 a 2,5 veces en la cabeza; mandíbula 1,75 a 1,9; dientes ausentes, branquispinas muy largas en los adultos, aproximadamente tan largas como el ojo, aumentando grandemente en número con la edad, juveniles de 50 mm de longitud con casi 40 sobre la rama inferior del primer arco, adultos de 300 mm de longitud con alrededor de 100; escamas delgadas, con márgenes finamente dentados; a menudo parcialmente ausentes en especímenes preservados; escudos ventrales algo débiles, 18 a 20 por delante de las ventrales, no definitivamente contables detrás de las ventrales; la dorsal sobre la mitad del cuerpo, su origen aproximadamente equidistante desde el extremo del hocico y la vertical desde el término de la base de la anal, algo variable; la distancia anterior a su origen 2,1 a 2,3 en la longitud total, la aleta un poco elevada anteriormente, los radios más largos generalmente alcanzan el extremo del último radio cuando son doblados, los primeros dos radios divididos son generalmente los más largos y de aproximadamente igual longitud, 1,65 a 1,75 veces en la cabeza; la anal bastante baja, su origen generalmente algo más cerca a la base de la caudal que de la base de la ventral, los dós últimos radios más largos y fuertes que los precedentes, la base de la aleta 2,0 a 2,4 en la cabeza; la ventral insertada bajo la mitad de la dorsal, y equidistante de la base de la pectoral y del origen de la anal, o un poco más cerca de la última; la pectoral moderadamente larga, faltando para alcanzar a la ventral en los adultos una distancia generalmente casi igual a la longitud del hocico, insertada más cerca de la base de la ventral (por casi medio diámetro del ojo) que del extremo del hocico; la aleta 1,6 a 1,7 en la cabeza.

Los especímenes preservados son de color azulino en el lomo; lados plateados; los especímenes más pequeños con una serie de seis a ocho manchas negras que se extienden desde el borde del opérculo hasta más allá de la vertical desde la base de la ventral, éstas se pierden en los especímenes grandes, los cuales tienen manchas oscuras pequeñas a lo largo de las filas de escamas; estas manchas son más evidentes donde las escamas se han perdido; la dorsal y caudal más o menos obscuras, la primera a menudo con un extremo negro; las pectorales oscuras en los ejemplares muy grandes solamente; las otras aletas descoloridas. Juveniles menores de 60 mm o de esa longitud con una banda lateral oscura y sin manchas oscuras.

Whitehead (1985) indica que Svetovidov (1952) considera que todas las poblaciones de **Sardinops** pertenecen a una misma especie (a excepción quizás de la sardina de Australia que podría ser otra especie) y las reconoce como subespecies de **Sardinops sagax**. Sin embargo, las cinco poblaciones están tan separadas geográficamente que cualquier intercambio de material genético es imposible o altamente improbable. Las cinco especies reconocidas tradicionalmente son las siguientes:

S. caeruleus (Girard, 1854), Pacífico nororiental.
S. melanostictus (Temminck y Schlegel, 1846), Pacífico noroccidental.
S. neopilchardus (Steindachner, 1879) Pacífico sudoccidental.
S. ocellatus (Pappe, 1854), Sud Africa.
S. sagax (Jenyns, 1842), Pacífico sudoriental.

1.2.2 Subespecies

De Buen (1958, 1960) sugiere la existencia de dos subespecies para el Pacífico sudoriental: **Sardinops sagax sagax** (Jenyns, 1842) del norte y centro de Perú y **Sardinops sagax musica** (Girard, 1854) de Chile. Sin embargo, es importante acotar que De Buen (1960) señala que el problema no lo considera resuelto definitivamente.

Sáez (1980) realiza un estudio sistemático de la sardina de la zona norte de Chile. Para este fin analizó 244 ejemplares entre 55 y 340 mm long.t. La Tabla I muestra los resultados comparativos de De Buen (1960) y Sáez (1980), indicando los caracteres diagnósticos de ambas subespecies.

Tabla I

Cuadro comparativo de los caracteres diagnósticos de las poblaciones de sardina de Perú y Chile

	De Buen (1960)		Saez (1960)
	Callao (Perú)	Antofagasta y Coquimbo (Chile)	Iquique (Chile)
1. Longitud de la cabeza en long.est.	27-28,5	25,5-26,1	27,2-32,7
2. Distancia predorsal en long.est.	47-50	45,1-47,6	46,8-53,3
3. Longitud de aleta pectoral en longitud de cabeza	53-55,5	51,5-58	45,8-68
4. Número de radios aleta dorsal	15-18	16-19	18-19

Con respecto al número de radios de la aleta dorsal es necesario hacer notar que Hildebrand (1946) determinó una variación entre 17 y 20 en la sardina de Perú, mientras que De Buen (1958) señala una variación entre 15 y 18 para la sardina de Chile.

Estos resultados sugieren que la proposición de dos subespecies para la región es inconsistente.

1.2.3 Nombres comunes y vernaculares

El nombre común generalmente aceptado para **S. sagax** en el Pacífico sudoriental es "sardina". Otros nombres usados en la región son: Sardina peruana en Ecuador y Sardina española en Chile. El nombre internacional en inglés propuesto por la FAO es South American pilchard.

1.3 Morfología

1.3.1 Morfología externa

De Buen (1960) da la siguiente descripción de ambas subespecies:

- **Sardinops sagax sagax** (Jenyns, 1842) (Fig.1)

De cuerpo fusiforme alargado, con lomo grueso que se adelgaza hacia el vientre; el borde ventral aquillado con escudetes longitudinales poco salientes y en número de 19 hasta llegar a las aletas ventrales, y 13 después de ellas. Altura de cuerpo y grosor máximo del mismo 22-24,5 y 14-15,5%, respectivamente, de la longitud estándar. Altura mínima del pedúnculo 23-29% en cabeza.

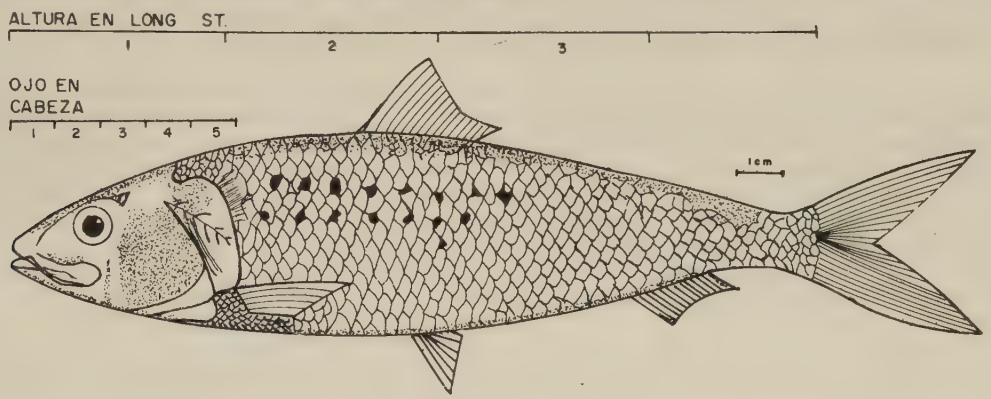


Fig.1 Sardina **Sardinops sagax sagax** (Jenyns), 1842 (de Chirichigno, 1974)

Cabeza, 27-28,5% (long. est.), aguda, aplanada por arriba y en los lados, terminando en la zona yugal angosta. Numerosas estriaciones, dirigidas transversalmente sobre las mejillas, con su extremidad inferior bifurcada en ocasiones y dando muy cortas ramas laterales; en las piezas operculares con aspecto dendritiforme en la parte alta, en la zona media en trayectos rectos, dando ramas dendritiformes únicamente en su extremidad inferior. En el dorso de la cabeza, un espacio medio fusiforme, finamente granuloso, tiene al comenzar la nuca una o dos ramas por lado, divididas en dendritas. Orificios nasales muy próximos entre sí, el anterior oval, con lámina valvular hacia atrás cubriendo el orificio posterior, más amplio y en forma de ojal. Borde opercular casi recto, curvo en su parte más alta, cubriendo la región clavicular grandes escamas con finas tubulaciones muy ramosas. Amplio el párpado adiposo, adelantando hasta el nivel de los orificios nasales. De la cabeza, por ciento: 18-20 el diámetro ocular, 28,5-31 la distancia preorbitaria, 48-51 la postórbita y 19,5-23 la interórbita.

Boca terminal. Piezas del maxilar superior apenas cubiertas por los anterorbitarios, en su extremo lateral semiovales, llegando hasta el nivel del último tercio del ojo. Lengua amplia, suavemente aquillada longitudinalmente en el centro, retenida por una fuerte brida inferior y con ápice romo, adelantado por una bisera. Sin dientes en la mandíbula ni en el paladar.

Las branquispinas llegan hasta los lados de la lengua, las implantadas en el primer arco branquial, sobre su cara externa, crecen en longitud hacia el centro del arco en la rama superior y disminuyen extraordinariamente en la rama inferior, hasta ser sumamente pequeñas. Se cuentan 100 a 180; en la rama superior del arco, 59-67 y en la rama inferior, 101 a 117. Pseudobranquia bien desarrollada. Escamas en todo el cuerpo, la cabeza libre de ellas.

En la dorsal 15-18 radios, el primero muy corto y el tercero más largo; las membranas de los más adelantados destacan a ambos lados salientes laminares. Toda la dorsal encaja en un surco longitudinal excavado en el lomo. Los últimos radios de esta aleta se apoyan en el centro de una formación escamosa, saliente hacia los lados y hacia atrás, formando en conjunto una lengüeta libre en su mayor longitud, que puede levantarse del

cuerpo. Origen de la dorsal a la altura del centro de la línea trazada entre el extremo de las pectorales apoyadas y el origen de las ventrales. Base de la dorsal 13-13,5% (long.est.). Distancia predorsal 47-50% (long.est.).

Ventrales con 8 radios, muy próximas entre sí, sin proceso interventral, substituído por la quilla longitudinal; pueden alojarse en una foseta marginada lateralmente por rebordes de escamas alargadas. Longitud de una ventral 31-34,5% (cabeza). Distancia preventral 53-57% (long.est.). Origen de las ventrales a nivel de la mitad de la base de la dorsal.

Anal con 16-18 radios, midiendo su base 41-47% (cabeza) y la distancia preanal 79,5-81% (long.est.). Tiene radios cortos, los últimos más prolongados que los anteriores, ensanchan en la base con terminación aguda, de conjunto triangular.

Pectorales con 16-19 radios, los radios superiores forman el ángulo saliente y agudo de la aleta, la cual posee el borde posterior cóncavo. Base de una pectoral 12,5-16% (cabeza) y longitud 53-55,5% (cabeza).

Caudal furcada, con escamas modificadas en el centro del limbo, que llegan hasta el extremo de los radios medios.

- **Sardinops sagax musica** (Girard), 1854.

De acuerdo con De Buen (1958, 1960) las sardinas de Chile presentan las mismas características morfológicas de la forma típica, con el final de la dorsal colocada en el centro de un proceso escamoso, que puede levantarse del cuerpo en forma de lengüeta aguda hacia atrás y el último radio de la anal con soporte triangular de base transversal ancha. Radios de la dorsal 15-19, en las pectorales 17-18, en las ventrales 8 y en la anal 15. Branquispinas 61-80 + 100-115=161-178.

De la longitud estándar, por ciento: longitud lateral de la cabeza 25,5-26,1 (3,82-3,94 veces); altura del cuerpo 22,5-24; grosor del cuerpo 15-17; distancia predorsal 45,1-47,6; base de la dorsal 12-13,5; distancia preventral 52,6-55,4; distancia preanal 78-82.

De la longitud de la cabeza, por ciento: diámetro ocular 17,5-21; preórbita 27-30,5; postórbita 50-52; interórbita 21-22; longitud de una ventral 30-31; base de la anal 42-44; base de una pectoral 14-16,5 y longitud de la misma aleta 51,5-58; altura mínima del pedúnculo caudal 25,5-27.

2. DISTRIBUCION

2.1 Area total

Desde fines de la década de los sesenta esta especie experimentó un incremento en abundancia y al mismo tiempo, una expansión en su distribución geográfica en el Pacífico sudoriental.

Hildebrand (1946) la menciona para las costas de Perú y Chile y para las Islas Galápagos, siendo esta última localidad también señalada por Alverson y Shimada (1957).

Koepcke (1955) indica que **Sardinops sagax** existe sólo en el Perú, Chile y posiblemente en las Islas Galápagos.

De Buen (1960) considera que la subespecie **Sardinops sagax musica** se encuentra en el norte de Chile y **Sardinops sagax sagax** en la costa central y norte de Perú.

Chirichigno, Fischer y Nauen (compiladores, 1982) mencionan que **Sardinops sagax sagax** se encuentra total o parcialmente en las áreas de pesca establecidas por la FAO: 77C (01°39'N - 05°00'S), 87a (05°01' - 06°00'S), 87B (06°01'S - 18°20'S) y 87C (18°21'S - 37°00'S), mientras que **Sardinops sagax musica** estaría localizada sólo en el área de pesca 87C (19°21'S - 37°00'S). Sin embargo, existe la necesidad de determinar con mayor precisión los límites de distribución de ambas subespecies en el Pacífico sudoriental. No se descarta la posibilidad de la existencia de dos subpoblaciones principales cuya distribución fué más evidente cuando los niveles de abundancia de la especie eran bajos, estando hoy en día confundidos debido al aumento en abundancia y a la consiguiente expansión geográfica.

Grove, Massay y García (1984) indican que la distribución de **Sardinops sagax sagax** en el Pacífico comprende desde Colombia hasta Perú, incluyendo las Islas Galápagos, referencia que deberá ser ratificada dado que no se entregan mayores antecedentes de localidades donde fueron encontrados los ejemplares; dichos autores se refieren sólo a un ejemplar encontrado en Galápagos, no especificando la fecha.

La distribución longitudinal de la sardina en el Pacífico sudoriental alcanza las 200 millas náuticas (Serra y Zuleta, 1982) e incluso sobrepasa esta distancia a juzgar por las capturas que realiza la flota internacional que opera frente a las costas del Perú y Chile (Anuario Estadístico de Pesca de la FAO).

2.2 Distribución diferencial

2.2.1 Desove, larvas y juveniles

La sardina desova a lo largo de prácticamente toda su área de distribución geográfica, desde el Golfo de Guayaquil (Ecuador) hasta Corral (Chile) (Santander y de Castillo, 1977; Serra et al., 1979; Rojas y Mujica, 1981). La distribución de las larvas es similar a la de los huevos, pero con la diferencia de una extensión mayor de las larvas en sentido longitudinal. No obstante, es posible distinguir algunas zonas de mayor concentración de huevos y larvas, las que definen las principales áreas de desove, y que son: desde Talara (5°S) a Callao (12°S) (Santander y Flores, 1983); extremo sur de Perú (18°S) hasta Antofagasta, Chile (24°S) y alrededor de Talchauano (35° - 38°S) (Santander y Flores, 1983; Rojas y Mujica, 1981; Serra, 1983).

El área cubierta por el desove de la sardina aumentó desde 1971, junto con el incremento de la población. Los antecedentes disponibles para Perú indican que entre 1966 y 1971, el área principal de desove de la sardina se limitaba a la zona entre Punta Aguja (6°S) y Huarmey (10°S), (Santander y de Castillo, 1977).

En Chile, antes de 1970, el desove estaba circunscrito al área entre Arica (18°20'S) y Antofagasta (24°S), no existiendo para esa época registros de huevos y larvas de sardina al sur de 25°S (Serra et al., 1979). En 1975, Balbontín y Garretón (1979) registraron huevos de sardina frente a Valparaíso (33°S).

En el Golfo de Guayaquil, Ecuador, huevos de sardina fueron registrados en setiembre de 1980 y marzo de 1981 (García, 1983).

La distribución longitudinal del desove también experimentó cambios. Durante la década de los años 60 el desove, tanto frente a la costa del Perú como de Chile, se extendía hasta 40 millas náuticas aproximadamente; en la actualidad, las mayores densidades alcanzan hasta 80 millas náuticas aproximadamente (Tsukayama, 1983; Rojas y Mujica, 1981).

En Perú, los datos disponibles indican que durante la década del 60 la sardina no desovaba en la franja propiamente costera (dentro de 20 millas náuticas de la costa) ocupando posteriormente parte de esa franja (Santander y Flores, 1983). En la actualidad, las larvas se distribuyen a lo largo de toda la costa, hasta aproximadamente 150 millas náuticas mar afuera.

Los juveniles menores de 20 cm long.t. se encuentran cerca de la costa, principalmente en los meses de diciembre a marzo. En la costa peruana se distribuyen en una franja costera menor de 20 millas náuticas (Instituto del Mar, 1976; Jordán, Csirke y Tsukayama, 1978; Tsukayama, 1983) y mezclados con la anchoveta, pero no dentro de los mismos cardúmenes; ambas especies exhiben características similares en los patrones de cardumenaje y densidad lo que impide su distrinción por métodos hidroacústicos (Johannesson y Vilchez, 1981). En la zona norte de Chile, los juveniles se distribuyen en una franja menor de 5 millas náuticas (Serra y Zuleta, 1982).

2.2.2 Adultos

Antecedentes derivados de la actividad pesquera sugieren que la fracción adulta de la población de sardina se distribuye a distancias algo mayores de la costa, en tanto que las capturas próximas a la costa están compuestas principalmente por juveniles (OLDEPESCA, 1984).

2.3 Determinantes de cambios en la distribución

a) Huevos y larvas

La distribución del desove, según censos de huevos realizados en el período 1966-1973, se limita a aguas con temperaturas de 15,4° - 27,2°C y salinidades de 33,23 - 35,27°/oo; las mayores concentraciones se ubicaron en temperaturas de 19 - 22°C y salinidades de 35,0 - 35,26 °/oo, que corresponden a aguas subtropicales superficiales (Santander y Sandoval de Castillo, 1977). En relación con el oxígeno, los desoves se ubican en áreas con valores superiores a 5 ml/l (IMARPE, 1985).

A partir de 1972, como resultado de los cambios del ambiente producidos por el fenómeno "El Niño" 1972-1973 y de la declinación de la población de anchoveta **Engraulis ringens**, las áreas de distribución del desove de sardina se incrementaron en el Pacífico sudoriental, abarcando el ambiente ecológico antes ocupado por la anchoveta.

Desde fines de 1984 se viene observando en gran parte del litoral peruano una recuperación del stock de anchoveta y una reducción del área de desove de **S. sagax** (IMARPE, 1984; 1985a,b).

Las larvas de sardina han sido localizadas en temperaturas de 14-20°C y salinidades de 34,9-35,1 °/oo, fundamentalmente en la zona de mezcla de las aguas costeras con aquellas subtropicales superficiales (Sandoval de Castillo, 1979).

En una investigación efectuada frente a Chimbote (9°S), Sameoto (1981) indica que el único factor físico directamente relacionado con las larvas de peces fué la termoclina, ya que el número de larvas de todas las especies, incluyendo aquellas de **S. sagax** mostró una reducción por encima de la termoclina. Esto sugiere que es el ambiente biológico, más que el físico, el que afecta la densidad y abundancia de larvas; se ha encontrado por ejemplo una correlación significativa entre el aumento en abundancia de larvas de **S. sagax** y el incremento de la población copépodos, especialmente aquellos de la especie **Euchirella bella**.

Sameoto también observó que en la columna de agua, las concentraciones de larvas de **S. sagax** se encontraron por debajo de aquellas de **E. ringens** y que por lo tanto, aún si fuera el caso que las larvas de ambas especies consumieran el mismo tipo de alimento, se evitaría algún efecto de competencia potencial, dada la parcial separación geográfica y vertical de fina escala existente entre ellas. Además, los datos no mostraron correlación significativa entre el número de larvas de **S. sagax** y aquel de las especies de copépodos relacionadas con la densidad de larvas de **E. ringens**. Esto sugiere que las larvas de las dos especies de peces se alimentan de especies diferentes de copépodos, reduciéndose así considerablemente la competencia alimentaria entre ellas.

b) Adultos

La temperatura es uno de los factores más importantes que determinan cambios en la distribución de los adultos.

Frente a la costa de Chile, la sardina normalmente se encuentra en aguas con temperaturas de 16-23°C (verano) y de 10-18°C (invierno), salinidades de 34,8 - 35,1 °/oo S, y un mínimo de 2 ml/l de oxígeno (CORFO, 1980).

En la costa peruana, las concentraciones de sardina se han localizado en aguas con temperaturas de 17-25°C y salinidades de 34,8 - 35,3 °/oo S en verano y entre 17-20°C y 35,3 °/oo S en invierno (Zuta, Tsukayama y Villanueva, 1983).

Se han constatado evidentes cambios en la distribución horizontal y vertical de la sardina a consecuencia de los incrementos en temperatura durante los períodos de "El Niño", particularmente durante aquellos de gran intensidad como el de 1982-1983.

At respecto, Guzmán et al. (1986), anotan que en el verano de 1983, las concentraciones de sardina en la costa norte de Chile se profundizaron, econtrándose por debajo de los 30 m, principalmente entre las isotermas de 16° y 20°C y asociadas a los procesos de surgencia que allí se producían (Fig.2). En el inverno de 1983, la sardina se distribuyó batimetricamente siguiendo las isotermas de 14° a 17°C, a profundidades que variaron desde los 20 a 70 m, debido al hundimiento de la termoclina como resultado de la intrusión de masas de aguas cálidas.

En la costa peruana también se detectaron grandes cambios en la distribución de la sardina, principalmente durante el primer semestre de 1983, período de máxima intensidad del fenómeno, observándose desplazamientos de cardúmenes de norte a sur siguiendo las gradientes de temperatura (IMARPE 1983; Cañón, 1985). Tsukayama y Santander (1986) relacionaron las variaciones mensuales en la temperatura superficial con los desembarques de sardina de la zona norte de Perú durante los fenómenos "El Niño" de 1982 y 1983, mostrando el rol preponderante que ejerce la temperature en la distribución de la sardina, apreciándose una notable disminución en las capturas comerciales cuando las temperaturas superaban los 6°-8°C con respecto al promedio patrón (Fig.3).

Muck y Vilchez (1986) analizaron informaciones sobre la distribución de las especies pelágicas **Sardinops sagax**, **Trachurus murphyi** y **Scomber japonicus** de tres cruceros realizados en 1983 y 1984. Pudieron mostrar que los cardúmenes se mantienen en aguas superficiales, entre 0 y 50 m cuando la temperatura promedio en la superficie es de 20°C, desplazándose en cambio verticalmente cuando la temperatura en superficie sobrepasa los 25°C; concluyeron que el rango preferido de temperatura se ubica entre 17° y 23°C (Fig.4). Los mismos autores también observaron que ese rango de temperatura obedece muy probablemente a razones bio-energéticas y fisiológicas, ya que las temperaturas más altas incrementan el consumo metabólico a valores críticos, mientras que las temperaturas más bajas están asociadas a profundidades donde la disponibilidad de oxígeno es un factor limitante.

Por otro lado, observaciones efectuadas por Barber, Chávez y Kogelschatz (1985) en la localidad de Paita (05°S) indican que la sardina se ubica en áreas donde las concentraciones de clorofila se sitúan por encima de 1 ugf/l, sugiriendo que la clorofila es un índice determinante del habitat favorable a **S. sagax**.

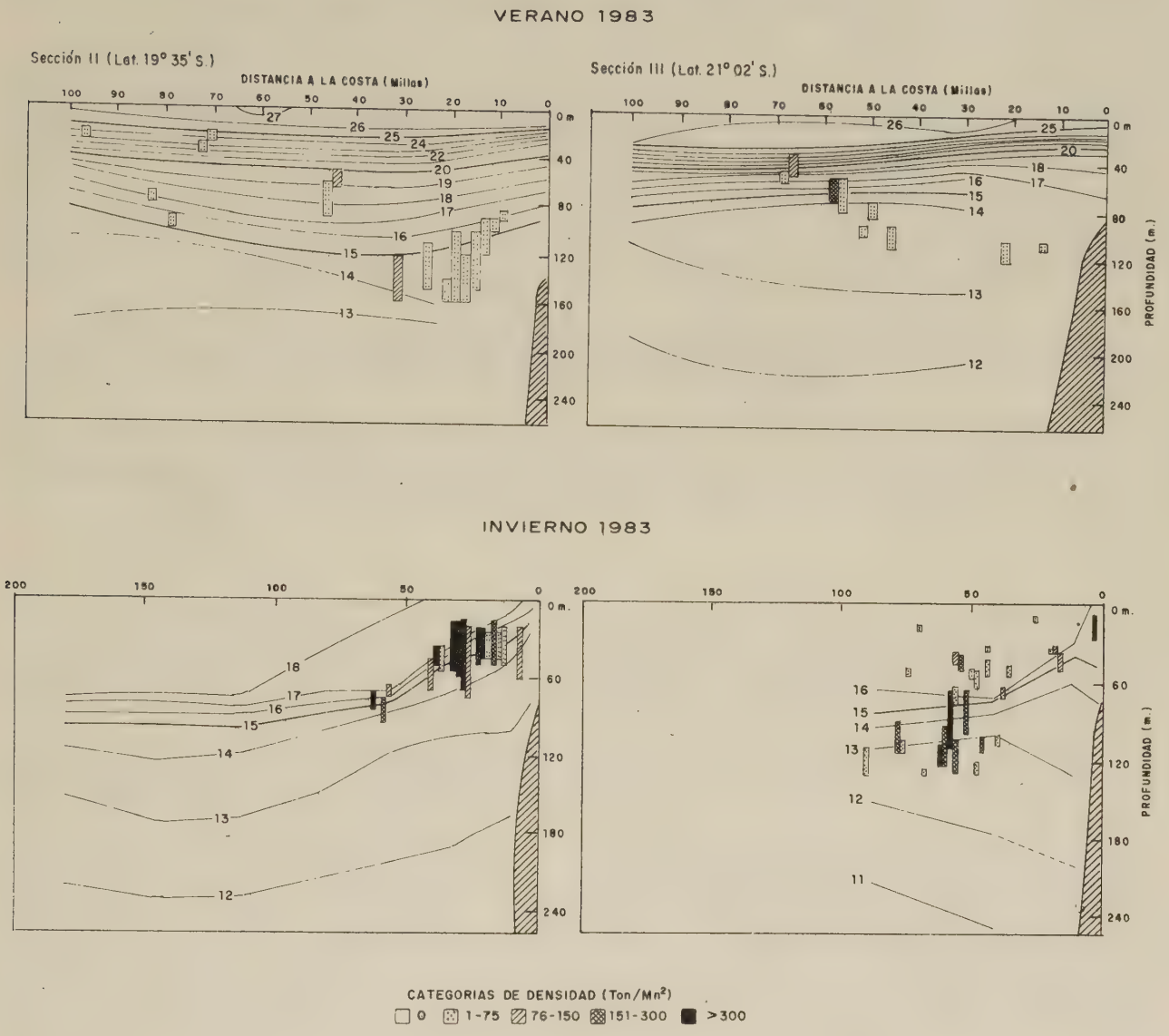


Fig.2 Sección de temperatura y distribución vertical de la biomasa de sardina en el norte de Chile, en verano e invierno 1983 (de Guzmán et al., 1986)

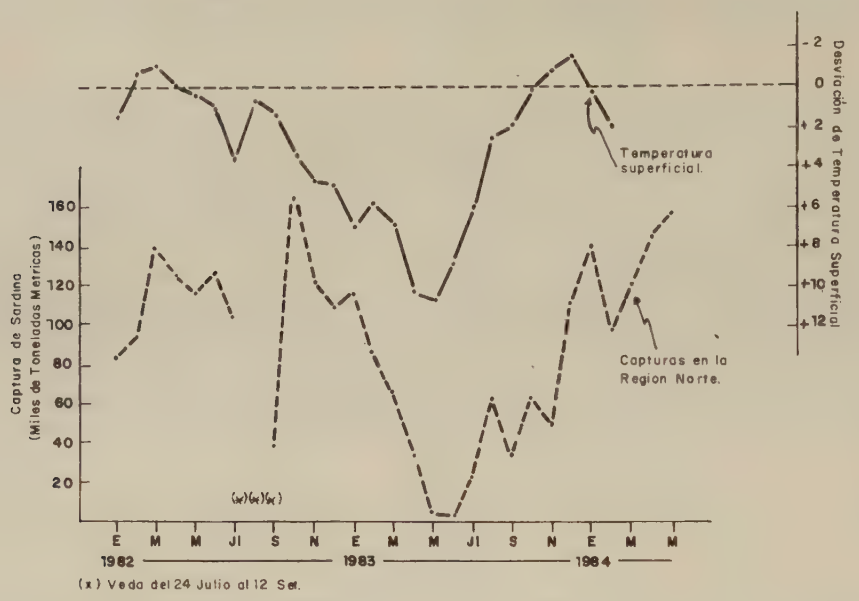

Desviación de Temperatura Superficial
Temperatura superficial
Captura de Sardina (Miles de Toneladas Metricas)
Capturas en la Region Norte.
E M M JI S N E M M JI S N E M M
1982
1983
1984
(x) Veda del 24 Julio al 12 Set.

Fig.3 Relación entre capturas mensuales de sardina en la región norte (9°S) del Perú y las desviaciones de temperatura superficial de Paita (5°S) (de Tsukayama y Santander, 1986)

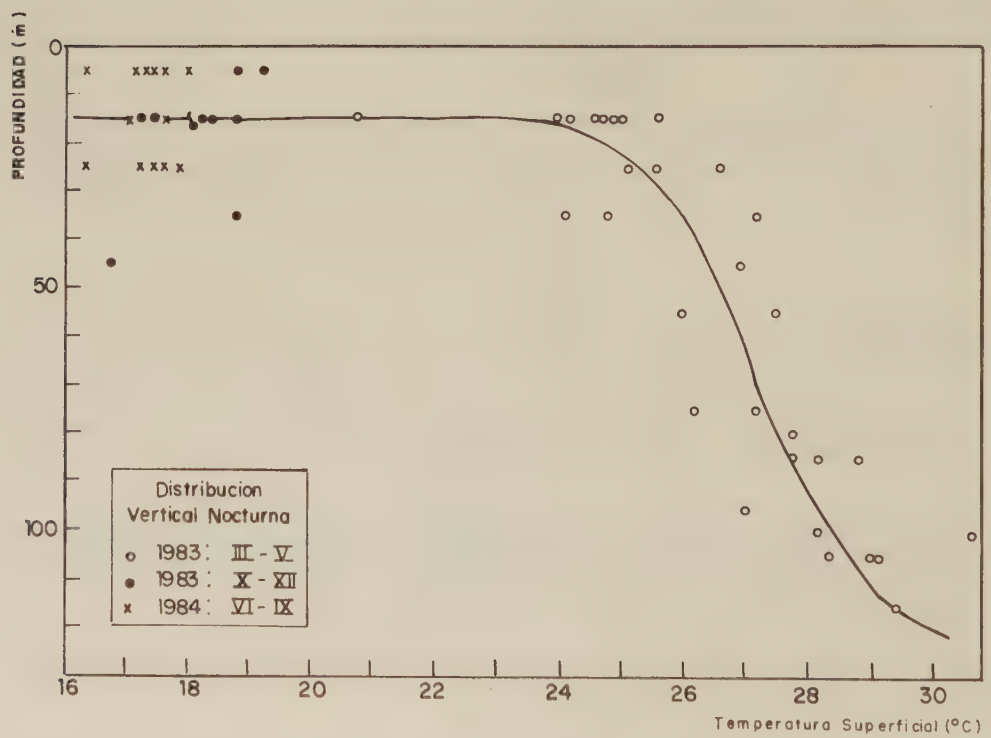


Fig.4 Distribución vertical nocturna de los cardúmenes pelágicos para diferentes temperaturas superficiales durante Marzo-Mayo, 1983; Oct.-Dic., 1983 y Jun.-Sept., 1984 frente a Perú (de Muck y Vilchez, 1986)

3. BIONOMIA E HISTORIA VITAL

3.1 Reproducción

3.1.1 Sexualidad

Los sexos son separados. No hay información respecto de la existencia de dimorfismo sexual.

3.1.2 Madurez

El tamaño a la primera madurez ha sido determinado por diversos autores mediante el análisis macroscópico de las gonadas, situándose entre 20 y 27 cm long.t., amplitud que puede atribuirse a los diferentes criterios adoptados.

En Ecuador, la talla promedio a la primera madurez ha sido calculada en 26,6 cm para las hembras y 24,8 cm para los machos, siendo la talla promedio al primer desove de 26,7 cm (Coello y Arriaga, 1984). En Perú, la talla a la primera madurez, definida como la talla en que el 50% de los individuos entran a la fase de inicio de maduración, es de 20,4 cm para las hembras y 21,3 cm para los machos, como valores promedios para los años 1977 a 1982 (Peña, 1983); la talla media al primer desove ha sido calculada en 26 cm (Burd, 1982).

En Chile, la talla a la primera madurez fué calculada en 24 cm por Vidal, 1967 y en 26-27 cm por Martínez et al., 1983, diferencia que se debe probablemente a que el primero de estos cálculos fué obtenido a principios de la década de los años 60, cuando la abundancia de sardina era muy inferior a la actual.

3.1.3 Apareamiento

El apareamiento es promiscuo.

3.1.4 Fertilización

La fertilización es externa.

3.1.5 Gónadas

La apariencia externa de las gónadas, su grado de turgencia y su tamaño han sido los caracteres más usados para determinar el grado de madurez sexual de la sardina, utilizándose en Ecuador una escala de 6 estadios, en Chile una de 5 estadios para hembras y otra de 4 para machos (Serra, 1976); y en Perú una de 8 estadios.

También se utiliza como indicador del desarrollo gonadal la proporción entre el peso de las gonadas y el peso total de pez, alcanzando en Perú valores máximos de 8-10% en los períodos muy próximos al desove, y valores mínimos de 1-2% en los períodos de reposo (IMARPE 1986a,b).

En Perú se están utilizando recientemente técnicas histológicas en ovarios, las que conjuntamente con observaciones macroscópicas brindan mayor precisión en la determinación del desarrollo ovocitario. Al respecto, Alarcón (1986) indica los siguientes criterios: a) ovocitos inmaduros en estado previtelogénico conteniendo sólo vacuolos lípidos: revelan los primeros signos de actividad ovárica; b) ovocitos con vitelogenesis: indican el inicio de la madurez sexual, es éste el momento en que el índice gonádico empieza a incrementar; c) ovocitos maduros: revelan la proximidad del desove, el índice gonádico alcanza en este momento sus valores máximos; d) ovocitos hidratados: aparecen entre 8 a 10 horas antes del desove; e) folículos postovulatorios: indican la evidencia del desove; y f) ovocitos atrésicos: se presentan al final del período del desove. Estos análisis vienen siendo aplicados en Perú para precisar en tiempo real el período de máximo desove según zonas, con el fin de fijar épocas de vedas destinadas a la protección del desove.

- Fecundidad

Balbontín y Garretón (1977) determinaron fecundidades entre 137 150 y 287 300 ovocitos, con una media de 192 900 para ejemplares entre 35,4 y 37,5 cm long.t. capturados en Valparaíso, Chile. La técnica usada fué el exámen microscópico de las gonadas, determinando el límite inferior de diámetro de los ovocitos susceptibles de ser desovados en la época de puesta. Sólo los ovocitos mayores de 0,22 mm de diámetro fueron tomados en consideración.

A través del recuento de ovocitos hidratados, Retamales y Gonzales (1983) determinaron la fecundidad de la tanda para la sardina de la zona norte de Chile. La fecundidad de la tanda fué estimada en base a 168 hembras, y los resultados fueron expresados en peso y longitud respectivamente:

$$F = 118{,}99\ (P.t. - P.g.)^{1{,}139} \qquad r^2 = 0.43$$

$$F = 3{,}883\ L^{2{,}816} \qquad r^2 = 0.030$$

donde F = fecundidad; P.t. = peso total; P.g. = peso gonadas; L = longitud total.

El número de ovocitos por gramo de peso corporal (peso total del ejemplar menos el peso del ovario), fluctuó entre 133 y 318, con un promedio de 255 ± 5 (S^2 = 1 229,20).

Lo, Alheit y Alegre (1986), trabajando con sardinas capturadas en Chimbote, Perú (09°S) en septiembre y octubre de 1982, determinaron una fecundidad parcial o fecundidad por tanda de 55 000 (error estándar = 140) y una fecundidad relativa (número de ovocitos hidratados por gramo de peso) de 300 (error estándar = 40). Dichos autores utilizaron sardinas de peso promedio de 160 g, expresando la relación entre fecundidad parcial y peso del pez (sin ovario) mediante una función lineal.

Cabe mencionar que los estudios de fecundidad realizados en Perú por Lo, Alheit y Alegre (1986) y Alegre y Alheit (1986), no evidenciaron diferencias en las densidades de ovocitos hidratados entre el ovario derecho e izquierdo, pero sí entre muestras provenientes de diferentes porciones del ovario, siendo la densidad en la parte distal-dorsal (superficial) siempre menor que en las posiciones central (interna) y apical-ventral (superficial). Esta diferencia se debe probablemente a que el proceso de hidratación de los ovocitos de la sardina parece avanzar en forma desigual en las diferentes partes del ovario, hecho que no ocurre en la anchoveta, donde el proceso de hidratación parece realizarse simultaneamente en todo el ovario.

3.1.6 Desove

- Frecuencia

Serra (1976), Balbontín y Garretón (1977) y Alarcón, Goldberg y Alheit (1984) señalan la existencia de un desove fraccionado en la sardina.

Retamales y Gonzales (1983), aplicando la técnica histológica desarrollada por Hunter y Goldberg (1980), determinaron que la sardina libera una tanda de huevos cada 5 a 6 días en los meses de máxima intensidad del desove (agosto - septiembre). La frecuencia del desove (o fracción de hembras que desovan por día) calculada a partir de muestras obtenidas en Paita, Perú (05°S), fué de 0,0711 con un coeficiente de variación de 0,3346 (IMARPE, 1985).

- Epoca

Los estudios sobre abundancia de huevos y larvas, madurez sexual e índice gonádico indican que bajo condiciones ambientales normales la sardina presenta un desove prolongado, con una duración aproximada de 9 meses, de julio a marzo, y con dos modas estacionales, una más intensa en agosto-septiembre y otra menor en febrero-marzo (Santander y Sandoval de Castillo, 1977; Serra et al., 1979: Tsukayama, 1983).

Las variaciones más evidentes de este patrón, observadas fundamentalmente a través del índice gonádico y censos de huevos, se refieren a la magnitud absoluta y relativa de los picos de desove y a la época en que éstos ocurren. Pueden producirse drásticas alteraciones en condiciones ambientales extremas, como aquellas producidas por el fenómeno "El Niño" 1982-1983. Así por ejemplo, el índice gonádico revela que el desove de 1982-83 y parte del desove de 1983-84 fueron afectados, reduciéndose notablemente el nivel de la actividad gonádica con respecto a años anteriores (Martínez et al., 1984; Tsukayama y Santander, 1986). La extensión de esta perturbación hacia el sur alcanzó aproximadamente hasta Coquimbo (30°S) (OLDEPESCA, 1984; Martínez et al., 1984).

- Hora del desove

Teniendo en cuenta la secuencia y el tiempo que toma el desarrollo embrionario, Santander y de Castillo (1977) indican que el desove se realizaría alrededor de la medianoche; estudios posteriores confirmaron esta hipótesis.

Observaciones en hembras con óvulos hidratados y folículos post-ovulatorios del día 0, realizadas entre las 21 y las 24 horas, indican que la sardina desova principalmente a esas horas (Retamales y Gonzales, 1983). En cambio, Alarcón, Goldberg y Alheit (1984) señalan las 01:00 como la hora promedio del desove diario.

3.1.7 Huevos

Los huevos de sardina se caracterizan por ser pelágicos. Su forma es esférica, la membrana capsular es muy delgada y frágil, con reflejos azulados o verdosos en material preservado; poseen una gota oleosa, y el vitelo es segmentado y está rodeado por un amplio espacio perivitelino (Balbontín y Garretón, 1977; Santander y de Castillo, 1977).

El diámetro promedio calculado en base a muestras obtenidas frente a Valparaíso, Chile (32°57'S), fué de 1,83 mm siendo 1,52 y 2,23 mm los valores extremos; la gota oleosa tuvo un diámetro de 0,17 mm (Balbontín y Garretón, 1977).

En base a muestras obtenidas a lo largo de la costa de Perú, las medidas extremas del diámetro de las cápsulas fueron 1,12 y 1,94 mm, con un promedio de 1,60 mm; el diámetro del vitelo fué de 0,86 a 1,50 mm, con un promedio de 1,09 mm; y el de la gota oleosa, de 0,15 a 0,31 mm, con promedio de 0,19 mm (Santander y de Castillo, 1977).

3.2 Fase preadulta

3.2.1 Fase embrionaria

Según Balbontín y Garretón (1977) se distinguen las siguientes fases en el desarrollo embrionario:

Fase I: Se observan grandes cambios en el tamaño del espacio perivitelino en los huevos durante la fase inicial del desarrollo. Los huevos menos desarrollados obtenidos en pescas planctónicas se encuentran en una fase en la cual no es aparente la división celular en el polo animal. En esta etapa, el espacio perivitelino es todavía pequeño y, en consecuencia, el diámetro del huevo es menor que en las fases más avanzadas (Fig.5a). En la Tabla II, se muestran los resultados de observaciones obtenidas al colocar huevos durante las 24 horas en agua de mar.

Fig.5 Fases del desarrollo embrionario de **Sardinops sagax musica;** a) fase I inicial; b) fase I avanzada; c) fase II avanzada; d) fase III avanzada; e) fase V inicial en vista dorsal; f) vase V inicial en vista lateral; g) fase V avanzada. La escala superior corrsponde a la figura (a) la escala inferior corresponde al resto de las figuras (de Balbontín y Garretón, 1977)

Tabla II

Diámetro promedio (mm) de huevos planctónicos en fase I y de óvulos maduros de **Sardinops sagax musica** obtenidos en el laboratorio (de Balbontín y Garretón, 1977)

	Huevos y óvulos	Vitelo	Gota oleosa
Fase inicial	1,23	1,01	0,18
Fase avanzada	1,88	0,91	0,17
Ovulos intraováricos	1,08		0,15
Ovulos en agua de mar	1,65		0,17

En huevo en fase I avanzada tiene el espacio perivitelino formado y los blastómeros constituyen una mórula prominente (Fig.5b). Al término de esta fase se comienza a formar el anillo germinal.

Fase II: Al comenzar la envoltura del vitelo por el blastodermo, se observa un engrosamiento de una parte del anillo germinal; sin embargo, el embrión aún no se esboza (Fig.5c). La fase termina al llegar el anillo blastopórico a nivel del ecuador del huevo.

Fase III: Se observa en el huevo la formación del escudo embrionario. Poco antes del cierre del blastoporo, se cuentan 9 miómeros en el esbozo del embrión, el que abarca casi los 2/3 del perímetro del vitelo. El tubo neural es claramente visible. Se distinguen las vesículas ópticas primarias, quedando la parte posterior del embrión indefinida (Fig.5d).

Fase IV: Una vez completada la envoltura del vitelo por el blastodermo, se distinguen con más claridad algunas estructuras en la región cefálica, entre ellas las pupilas. Aumenta el número de miómeros y el grosor del embrión se hace más homogéneo.

Fase V: El comienzo de esta fase la marca el desprendimiento de la cola del embrión del saco vitelino (Fig.5e,f). En una etapa más avanzada, se observa la aparición de pigmento puntiforme en la región dorsal del embrión. El saco vitelino es de menor tamaño debido al proceso de reabsorción. El intestino está diferenciado y su extremo terminal hace eminencia en el borde de la aleta embrionaria media. Esta última es visible principalmente en el cuerpo del embrión detrás del saco vitelino (Fig.5g). El corazón ya ha comenzado a latir.

Según los estudios de Santander y de Castillo (1977), los huevos de menor edad correspondientes a la primera fase de desarrollo fueron hallados en estado de mórula (Fig.6a), caracterizándose por su amplio espacio perivitelínico, vitelo regularmente segmentado y una sola gota oleosa ubicada en posición opuesta a la zona de segmentación. Ya antes del cierre del blastoporo (Fig.6b) la gota oleosa se encuentra cerca del extremo caudal. En la segunda fase se observa la formación de los miómeros del embrión, la diferenciación de las cápsulas ópticas y la posición de la gota oleosa posterior con respecto al extremo caudal (Fig.6c), posición que conserva hasta el término de esta fase, o sea cuando se separa la cola del embrión del vitelo. Durante la tercera fase (Fig.6e,f) el embrión presenta dos hileras de melanóforos a lo largo del borde dorsal del cuerpo, dichos melanóforos migran hacia el borde ventral luego de la eclosión.

3.2.2 Fase larval

La larva de sardina es de cuerpo alargado, cabeza redondeada y hocico ligeramente proyectado. El intestino es largo y ocupa aproximadamente las 4/5 partes del cuerpo. La pigmentación se distribuye a lo largo del borde libre del intestino, en el borde ventral de la región post-anal y en la base de los radios ventrales (Santander y de Castillo, 1977).

Según Balbontín y Garretón (1977), en los estados de desarrollo larval de la sardina española el pigmento ventral se distribuye en una fila en la región cefálica ventral y en doble fila en el resto del cuerpo. Puede aparecer en forma estrellada, o como rayas finas y husos; se observó pigmento estrellado en la región occipital, preopercular, opercular, anal, postanal, precaudal, caudal, en la aleta dorsal y en la línea media lateral del cuerpo; pigmento en forma de rayas en la región cefálica ventral, cardíaca, intestinal, precaudal y caudal y pigmento fusiforme en la región cardíaca y ventral anterior. En algunos casos se constataron diferencias en la distribución del pigmento entre ambos lados del cuerpo de la larva.

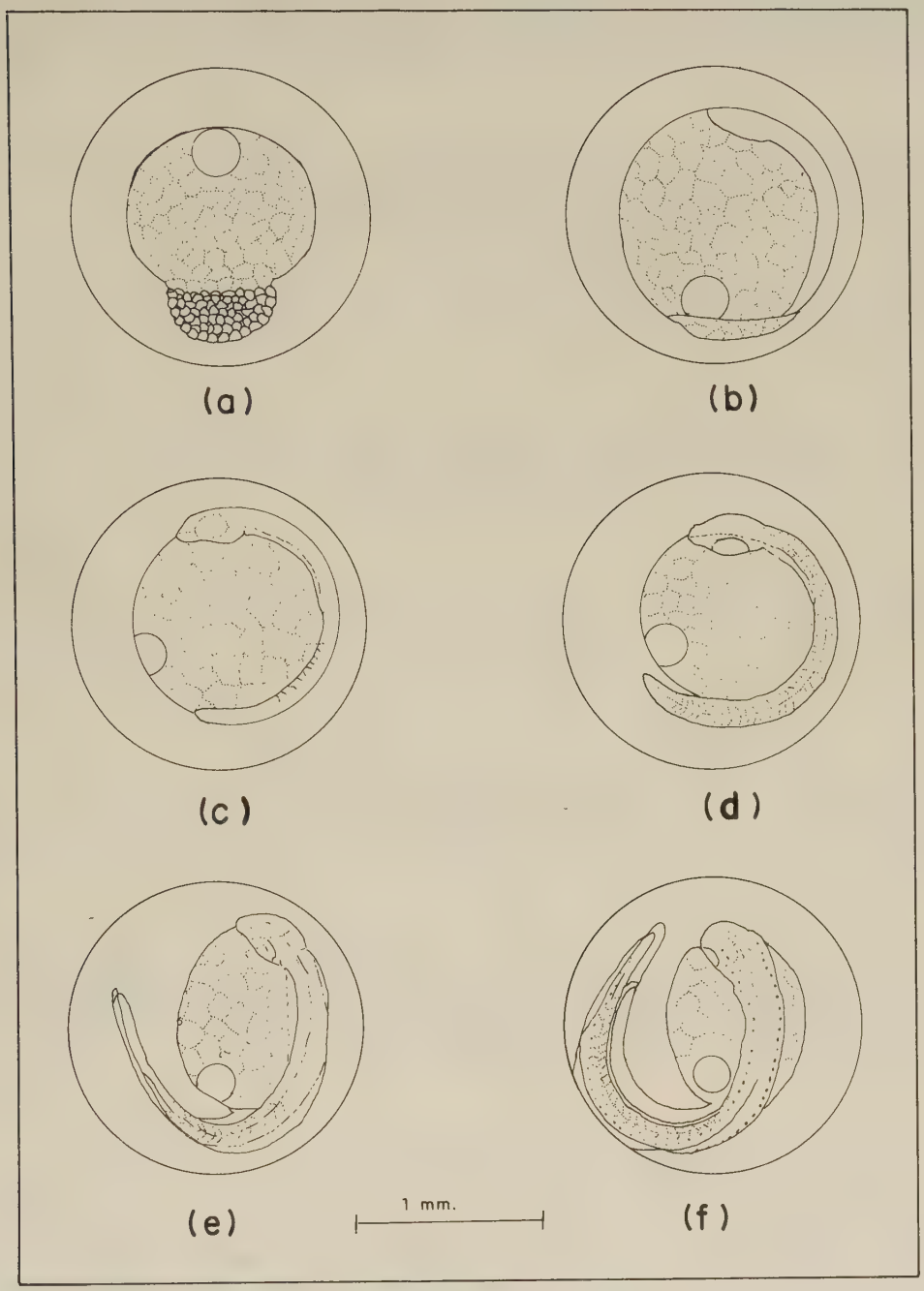


Fig.6 (a), (b) Huevos en primera fase
(c) Huevos en segunda fase
(d), (e), (f) Huevos en tercera fase

(de Santander y Sandoval de Castillo, 1977)

Crías recién eclosionadas: Las crías a las pocas horas de la eclosión miden de 3,5 a 4,2 mm de longitud total (long.t.). El saco vitelino es todavía prominente (28,8 a 38,0% long.t.) y con gota oleosa visible. El pigmento se encuentra en posición dorsal, excepto por 3 manchas precaudales ventrales. La boca no está formada. Las cápsulas ópticas carecen de pigmento. En las cápsulas óticas se distinguen dos pequeños huesos. Se cuentan 41 miómeros preanales, y los postanales no están claramente definidos. Las aletas aún no se diferencian. La posición del ano está muy atrás en el cuerpo, tal como ocurre en otros Clupeiformes (Fig.7a).

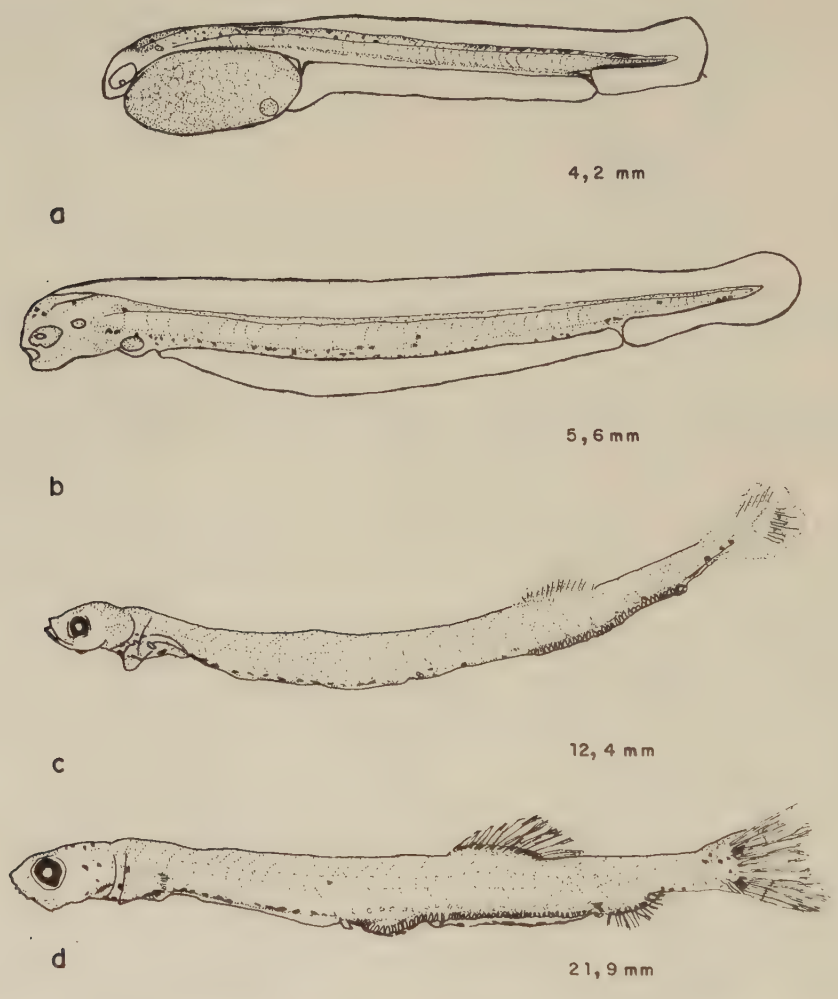


Fig.7 Desarrollo larval de Sardinops sagax musica; a) cría, b) prelarva, c) larva, d) postlarva (de Balbontín y Garretón, 1977)

Prelarvas de 4,9 a 5,3 mm de longitud total: En las prelarvas se esboza la boca y comienza la pigmentación de las cápsulas ópticas. En algunos individuos quedan restos de vitelo. Se ha esbozado la aleta pectoral (Fig.7b). Un cambio importante se observa en la distribución del pigmento de las prelarvas. Hay un desplazamiento hacia la región ventral del pigmento dorsal descrito en las crías recién eclosionadas, a excepción de 3 manchas ubicadas en la región occipital. En algunas se observa una mancha de pigmento en un costado del cuerpo en la región postanal. Las manchas de pigmento ventral son: 1 cefálica ventral, 1 cardíaca, 6-9 ventrales anteriores, 1 línea casi contínua de pigmento intestinal, 1 anal, 1 precaudal ventral y varias sobre el lóbulo ventral de la aleta caudal.

Larvas de 6,3 a 9,1 mm de longitud total: Poseen boca funcional, ojo completamente pigmentado, y aleta pectoral. A los 7,9 mm de long.t. se esboza la aleta dorsal, la que se inicia, según la larva, después de los miómeros 28-31. El pigmento se nota más definido, cubriendo solamente la región ventral. Al mismo tiempo, aparece pigmento interno en la región ventral posterior. Las manchas que se observan son: 1-2 cefálicas ventrales, 1-2 cardíacas, 10-11 ventrales anteriores (excepcionalmente 8-12), 5-8 ventrales posteriores internas, 1 anal (excepcionalmente 2), 3-4 precaudales, 2-3 sobre el lóbulo ventral de la aleta caudal. El pigmento intestinal forma una línea casi contínua, contándose en algunas larvas alrededor de 12 manchas.

Larvas de 9,9 a 17,8 mm de longitud total: En las larvas de menor tamaño comienza a doblarse el extremo de la notocorda y en la aleta dorsal, ya esbozada, e igualmente en la caudal, se forman los primeros radios. Se esboza la aleta anal (Fig.7c). Al iniciarse la formación de los radios de la aleta anal en las larvas de mayor tamaño, se cuentan 6 miómeros entre la aleta dorsal y la anal. Hay 28 miómeros predorsales, 41 preanales y 10-11 postanales. Las manchas de pigmento ventral son más abundantes, coincidiendo con el aumento de tamaño de las larvas. Hay 11-15 manchas ventrales anteriores, 10-19 ventrales posteriores, 2-4 precaudales y alrededor de 6 en la aleta caúdal. Aparecen 1-2 manchas preoperculares. El resto del pigmento permanece igual al patrón descrito en larvas más pequeñas.

Postlarvas de 21,9 mm de longitud total: Se ha completado la formación de los radios de las aletas dorsal (18), anal (16) y caudal (19). Se esboza la aleta ventral. Hay 5 miómeros entre las aletas dorsal y anal; 26 miómeros predorsales, 40 preanales y 12 postanales. Los cambios más notorios en el pigmento corresponden a la aparición de manchas de pigmento precaudal dorsal, occipital y en la línea media lateral del cuerpo (Fig.7d).

Santander y de Castillo (1977) describen el desarrollo larval de ejemplares de 4,02 mm long.est. a 19 mm long.est. colectados en Perú (Fig.8), indicando que la primera estructura que se osifica en larvas de 5 mm long.est. es el cleitrum. La formación de las aletas se inicia con la osificación de la base de la caudal en larvas de 7 mm long.est., contando con un promedio de 5 ó 6 radios osificados cuando las larvas miden 10,5 mm long.est. y 19 radios en larvas de 16,5 mm long.est.

La aleta dorsal inicia la formación de su base en larvas de 7 mm long.est.; larvas de 11 mm long.est. cuentan con un promedio de 8,5 radios y en larvas de 16,5 mm long.est. se pueden contar con 16,5 radios osificados.

La aleta anal comienza a formarse en larvas de 9 mm long.est.; en larvas de 16,5 mm long.est. se cuenta un promedio de 15 radios osificados.

A 19 mm long.est. las larvas (Fig.8e,f) presentan 17 radios en la aleta dorsal, 16 en la anal y 24 en la caudal. En ellas se pueden contar 50 vértebras osificadas, número que, al igual que el de radios de la aleta dorsal, se considera como definitivo para esta especie. El número de miómeros desde el borde posterior del opérculo es de 40 hasta el extremo del intestino, y de 50 a 52 hasta el extremo caudal.

Desde el inicio de la formación de las aletas dorsal y anal, la posición de la primera es anterior con respecto a la segunda.

Las relaciones entre la longitud de cabeza y la longitud total, y entre la longitud preanal y la longitud total durante la fase de desarrollo larval de **Sardinops sagax musica** se representa, según Balbontín y Garretón (1977), por las regresiones: longitud de cabeza = 0,135 + 0,145 (longitud total); distancia preanal = 0,224 + 0,782 (longitud total). Dichos autores sugieren que los datos de longitud de cabeza correspondientes a las 6 larvas de mayor tamaño, podrían indicar el comienzo de una línea de regresión con pendiente diferente al de las larvas más pequeñas.

Para **Sardinops sagax sagax**, Santander y de Castillo (1977) relacionaron la longitud de cabeza y la distancia preanal (o distancia hocico-ano), con la longitud estándar, representándolas mediante las regresiones: longitud de cabeza = 0,23 + 0,165 (long.est.); distancia preanal = 0,32 + 0,873 (long.est.). Estos autores indican que en larvas de 4,31 mm long.est., la cabeza ocupa el 12,5%, lo que implica un incremento de longitud de 0,16 mm por cada mm de longitud estándar; el incremento de la distancia preanal es de 0,87 mm por cada mm de aumento de la longitud estándar.

- Primera alimentación y tipo de alimento:

Muck, Rojas de Mendiola y Antonietti (1984) analizaron el tracto intestinal de larvas colectadas en Perú en febrero-marzo de 1982, indicando que la primera ingestión de alimento ocurre cuando alcanzan el tamaño de 4 a 4,5 mm long.est., momento en que ya existe un perfecto acoplamiento entre la funcionalidad de los ojos y de la boca. Durante el período de primera alimentación, las larvas son fundamentalmente zoófagas, siendo los componentes más importantes de su dieta lo huevos (47-75 µm) y nauplios de copépodos (45-135 µm) y copépodos adultos (115-345 µm); dietas mixtas incluyendo fitoplancton constituyeron una fracción promedio de sólo alrededor del 10%.

En larvas de tallas superiores a 4,5 long.est. y hasta aproximadamente 16 mm long.est., practicamente no se observan cambios en la alimentación con respecto al período de primera alimentación; la importancia del fitoplancton desaparece casi totalmente cuando las larvas son más grandes que 5 mm long.est.

En comparación con una larva de anchoveta del mismo tamaño (10 mm long.est.), la larva de sardina tiene un tracto intestinal más largo (sardina = 7,03 mm; anchoveta = 5,99 mm) pero menor abertura de boca (sardina = 0.60 mm, anchoveta = 0.65 mm). Los autores arriba mencionados indican también que no existe casi sobreposición de los respectivos nichos alimentarios de larvas de sardina y anchoveta durante el período de primera alimentación y que por lo tanto no existe competencia por alimento en dicho período, pero cuando las larvas de ambas especies son mayores que 5 mm long.est., la sobreposición es muy marcada.

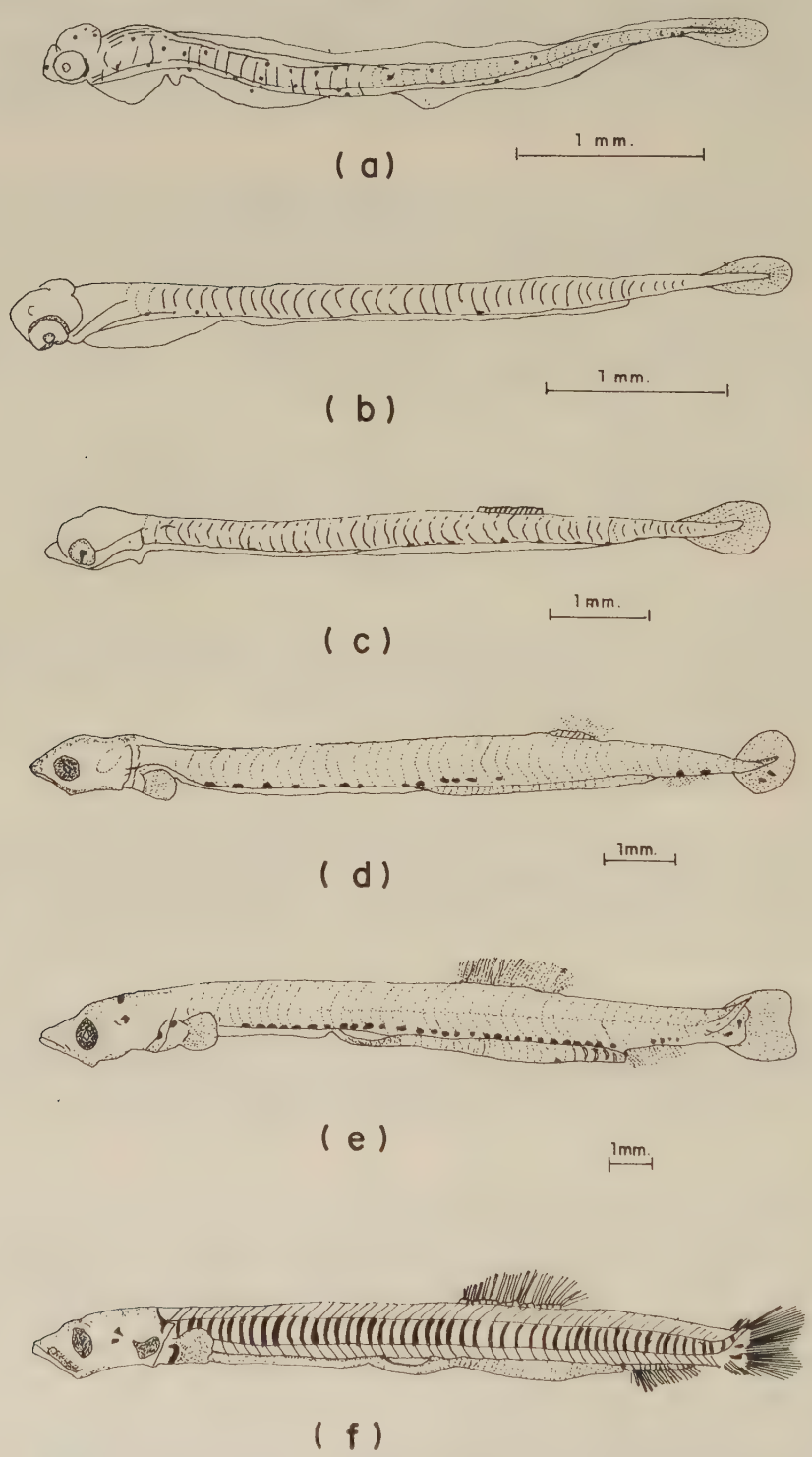


Fig.8 a) Larva de 4,02 mm long.est. b) Larva de 4,26 mm long.est.
c) Larva de 7,59 mm long.est. d) Larva de 11,15 mm long.est.
e) Larva de 19,0 mm long.est. f) Osificación en larva de 190 mm long.est.

(de Santander y Sandoval de Castillo, 1977)

Así señalan que la separación de nichos alimentarios durante la primera alimentación no es causada por diferencias en el tamaño de la boca, ya que las larvas de sardina (zoófaga) de 4 mm long.est. tienen una abertura bucal de 0,23 mm y se alimentan de partículas de hasta 0,07 mm, mientras que las larvas de anchoveta (fitófaga) de 3 mm long.est. y una abertura bucal de 0,24 mm se alimentan de partículas de hasta 0,03 mm. En la Tabla III se dan los componentes de la dieta de larvas de sardina por categorías.

Tabla III

Componentes de la dieta de larvas de sardina colectadas en Perú
(de Muck, Rojas de Mendiola y Antonietti, 1984)

Items	Amplitud del ancho particulas (µm)	Importancia relativa (F% x N%)
Diatomeas		
Actinocyclus sp.	45-55	0,46
Dinoflagelados	-	
Exuviaella marina	15-35	1,40
Gymnodinium sp.	15-35	0,46
Prorocentrum gracile	15-35	3,70
Prorocentrum micans	25-30	3,70
Pequeños flagelados		
Monades	5-15	9,26
Ciliados	-	
Epiplocycloides reticulata	45-65	0,46
Copépodos (1)	-	
Huevos	45-75	64,8
Nauplios	45-135	5 468
Fragmentos de nauplios	-	0,92
Copepoditos	105-215	1,86
Fragmentos de copepoditos	-	0,92
Adultos	115-345	10,8
Fragmento de adultos	-	9,72
Huevos de crustáceos	-	0,46
Restos no identificables	-	1,85

(1) Principalmente Calanoides F = N =

3.2.3 Fase adolescente

Los juveniles no han sido descritos, no existiendo literatura al respecto.

3.3 Fase adulta

3.3.1 Talla máxima y longevidad

La máxima longitud registrada en Chile es de 39,5 cm, talla que no era infrecuente observar en los primeros años de la actual pesquería chilena de sardina (zona norte y Coquimbo). En la región central de Perú se han observado sardinas de hasta 41 cm long.t. En Chile, la medición de la talla se hace agrupando los ejemplares en intervalos de medio centímetro, para lo cual se utiliza un ictiómetro desplazado en 0,25 cm; en Perú, la agrupación se hace en intervalos de 1 cm y el ictiómetro se encuentra desplazado en 0,5 cm.

Según Aguayo et al. (1983), la edad máxima conocida de esta especie es de 11 años. Las edades fueron determinadas en ejemplares provenientes de la pesquería que opera en la zona norte ($18^{o}20'$ a 25^{o} long.est.) de Chile.

3.3.2 Tolerancia

Ver 2.3.

3.3.3 Competidores

No existe mayor información sobre competidores de la sardina; sin embargo, se puede mencionar al respecto la hipótesis que la sardina y la anchoveta pueden substituirse reciprocamente en el rol de especie dominante dentro del ecosistema marino de esa zona. Ha habido mucha especulación en torno a esta posibilidad pero ningún estudio que la sugiera sobre la base de antecedentes concretos.

3.3.4 Predadores

Existen varios antecedentes en Perú que señalan la presencia de la sardina como componente en la dieta de otras especies, tales como el jurel **Trachurus murphyi** (Sánchez y Muck, en prensa) la caballa **Scomber japonicus peruanus** (Miñano y Castillo, 1971; Sánchez, Alamo y Fuentes, 1985), el bonito **Sarda chiliensis chiliensis** (Musseitt y Rodríguez, 1983; Sánchez, Alamo y Fuentes, 1985) y el lobo marino **Arctocephalus australis** (Majluf, 1985). De estos predadores la caballa y jurel se alimentan de sardinas juveniles, en especial el jurel cuando realiza su migración hacia la costa durante los meses de primavera y en el verano austral. La presencia de sardina en los contenidos estomacales de jurel en el sur de Perú sugiere un cambio geográfico en la alimentación que es necesario comprobar a traves de estudios intensivos en el sur de Perú y norte de Chile. Otros antecedentes señalan además como predadores de sardina a la palometa o dorado **Coryphaena hippurus**, el pelícano **Pelecanus thagus**, el piquero **Sula variegata**, y el cormorán o guanay **Phalacrocorax** sp. (Serra et al., 1979).

3.4 Nutrición y crecimiento

3.4.1 Alimentación

Las sardinas son planctófagas y obtienen su alimento filtrando el agua; para este efecto poseen una estructura especial sobre los arcos branquiales, representada por las branquispinas.

No se encontraron antecedentes concretos sobre las áreas de nutrición y las horas en que se ingiere el alimento. Sin embargo, las observaciones hidroacústicas sugieren que los movimientos ascendentes de los cardúmenes hacia las capas superficiales, que se producen a partir del atardecer en asociación con desplazamientos verticales del plancton, podrían estar relacionados con la alimentación.

3.4.2 Alimento

Ortiz (1982) analizó el contenido estomacal de 239 sardinas de 15 a 35 cm long.t. colectadas en Chimbote, Perú (09°S) durante 1980 y 1981, indicando que esta especie es básicamente planctófaga; en la dieta están representadas diatomeas (47,8%), copépodos (24,8%), dinoflagelados (16,1%), radiolarios (2,8%), huevos esféricos de peces (2,7%), apendicularias (2,5%), huevos de engraúlidos (2,1%), anfípodos (0,5%), eufáusidos (0,4%) y anélidos (0,3%). Entre las diatomeas, los géneros encontrados más frecuentemente fueron **Coscinodiscus**, **Lithodesmium**, **Thalassiosira**, **Nitzchia**, **Thalassionema** y **Chaetoceros**; entre los dinoflagelados, **Peridinium**, **Ceratium** y **Dinophysis**; y entre los copépodos, **Oncaea**, **Acartia**, **Centropages**, **Calanus**. Además se encontraron zoeas de crustáceos decápodos.

Por otro lado, Santander et al. (1983), indican que el 62% de los 578 estómagos de sardinas procedentes del norte y centro del Perú (06°-14°S) contenían huevos de anchoveta, **Engraulis ringens** (con un promedio de 16,4 huevos por estómago).

3.4.3 Tasa de crecimiento

El crecimiento de sardinas adultas y juveniles en el Pacífico sudoriental ha sido estudiado por diversos autores a través de lecturas de las marcas o anillos en los otolitos y del análisis de las frecuencias de tallas y del ajuste de la función de Von Bertalanffy; estos resultados se presentan en la Tabla IV.

Existen diferencias en las tallas promedias por grupos de edad, hecho que podría atribuirse a la fijación de diferentes fechias de cumplimiento de años de vida: en el mes de julio en Ecuador y Perú (correspondientes al inicio del período del desove principal) y en el mes de enero en Chile (adoptando el criterio del año calendario); otra explicación de esta diferencia podría ser la disminución en la tasa de crecimiento reportada por Aguayo et al. (1984) en la zona norte de Chile (Figs 9 y 10).

Tabla IV

Parámetros de la función de crecimiento de sardina en el Pacífico sudoriental

Area	L_∞ (cm)	K (año)	to	Método	Autor
Ecuador	31,2	0,437	-0,932	Recuento de anillos	Saldaña (1983)
	34,0	0,347	-0,612	Retrocálculo	Saldaña (1983)
Perú	32,9	0,33	-1,05	Frecuencia de tallas	Mejía (1976)
	♂ 33,79	0,326	-0,389	Recuento anillos	Samamé (1977)
	♀ 32,39	0,322	-0,724	Recuento anillos	Samamé (1977)
	41,6	0,24	-	Frecuencia tallas	Burd (1982)
	41,0	0,252	-	Tallas, ELEFAN	Cárdenas y Mendo (1983)
	39,80	0,22	-0,84	Recuento anillos	Cárdenas (1987)
	38,51	0,25	-0,51	Retrocálculo	Cárdenas (1987)
Chile	37,28	0,5	0,121	Frecuencia de tallas	Vidal (1967)
	40,0	0,205	-0,916	Recuento anillos	Aguayo et al. (1983)
	37,73	0,459	-0,287	Frecuencia de tallas	Vidal (1985)

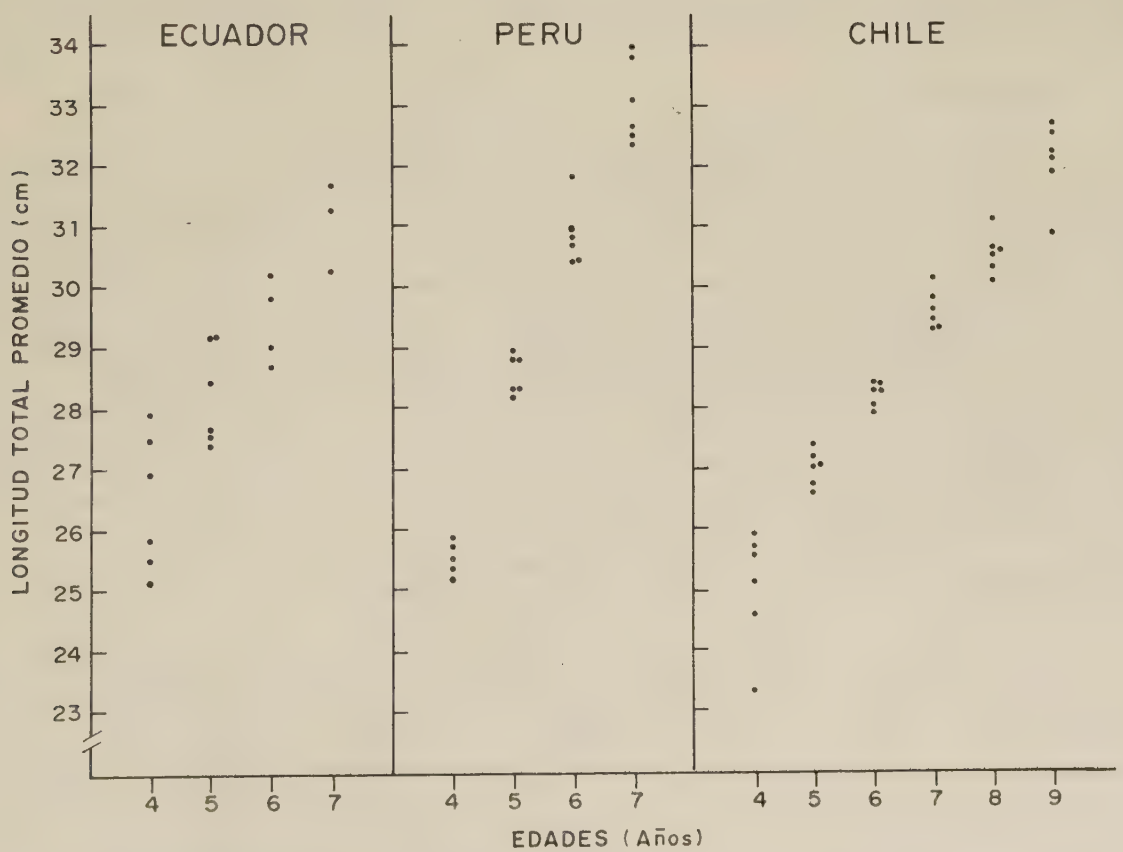


Fig.9 Tallas promedio según grupos de edad de sardina, en las capturas de Ecuador, Perú y Chile, durante 1982 y 1983

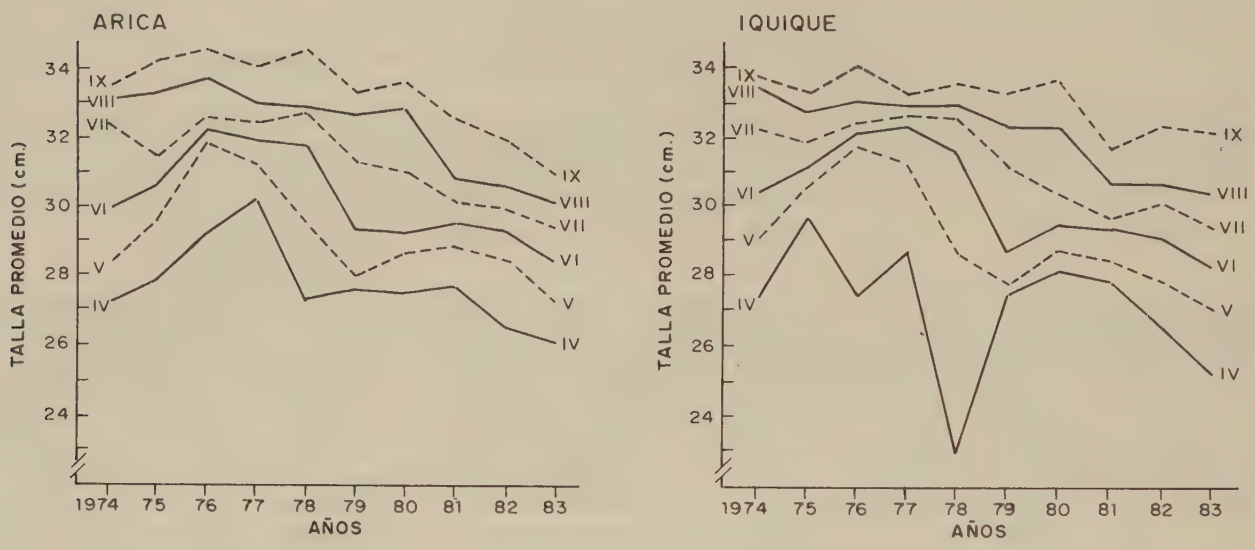


Fig.10 Talla promedio anual por grupo de edad de sardina en el norte de Chile. (de Aguayo et al., 1983

- Crecimiento de larvas

Butler y Rojas de Mendiola (1985) y Castillo et al. (1985) analizaron el crecimiento de larvas colectadas en Perú y Talcahuano, Chile, respectivamente, empleando la técnica del contaje de los incrementos diarios de anillos en otolitos. Sus resultados indican que las larvas colectadas en Perú (temperatura de 18.6°C) presentan un crecimiento más rápido, de 0,85 mm/día para ejemplares de 12,7 mm long.est.; en cambio, las larvas colectadas en Talcahuano, Chile (temperatura de 12,5°C) de talla equivalente, tuvieron una tasa de crecimiento de 0,40 mm/día.

3.5 Comportamiento

3.5.1 Migraciones y movimientos locales

Análisis cartográficos de los movimientos migratorios de sardinas marcadas en Perú, efectuados por Vela y Rubio (1985), indican que durante períodos con características oceanográficas normales (1979-81), las sardinas se mueven en zonas cercanas a aquellas en que se efectuó el marcaje; pero que durante las anomalías de "El Niño" 1982-83 efectuaron grandes desplazamientos hacia el sur. En efecto, sardinas liberadas en el norte de Perú (8°30' - 9°39'S) durante mayo-junio de 1980 y en agosto de 1982 fueron recapturadas entre otoño de 1981 e invierno de 1982 en áreas cercanas a las del marcaje, y desde fines de 1982 a otoño de 1983 en el norte de Chile, observándose un desplazamiento máximo de 754 millas en sólo 175 días de libertad, a una velocidad máxima promedio de 4,31 millas/día. Peces liberados en el centro de Perú (12°25'S) efectuaron desplazamientos hacia el norte en otoño de 1981 y en el verano-otoño de 1983; la migración en dirección sur fué muy notoria hasta la zona norte de Chile, habiendo recorrido las sardinas 551 millas en 1 016 días de libertad a una veolocidad de 0,54 millas/día. Ejemplares liberados en el sur de Perú (16°3-17°00'S) realizaron pequeñas migraciones tanto hacia el norte como hacia el sur desde otoño de 1980 hasta primavera de 1981; durante el verano-otoño de 1983, las migraciones fueron muy significativas, llegando a alcanzar hasta 304 millas en dirección sur, con una velocidad máxima promedio de 3,18 millas/día.

Estas observaciones son coherentes con la reducida disponibilidad de sardinas en la costa peruana durante el intenso fenómeno "El Niño" de 1982-83 (Zuta, Tsukayama, Villanueva, 1983).

El patrón de migración de la sardina en Chile analizado por Torres, Martínez y Avaria (1985) también muestra notables diferencias durante el fenómeno "El Niño" de 1982-83 y en 1984. Estos autores señalan la existencia de constantes desplazamientos de la sardina entre Arica, Iquique, Antofagasta y Caldera, mientras que desplazamientos hacia Coquimbo sólo se registran en presencia de "El Niño". Los desplazamientos hacia el sur se incrementan en los períodos de primavera y verano, época en que ejemplares liberados entre Arica y Antofagasta (18°3-23°3S) son capturados en Caldera y Coquimbo (27°-30°S); en cambio, los desplazamientos hacia el norte se incrementan en otoño e invierno, recuperándose en Arica e Iquique (18°2-20°S) sardinas marcadas en Coquimbo-Caldera (27°-30°S). La zona de Iquique aparece como un centro de dispersión en verano y de convergencia en invierno, situación relacionada con migraciones tróficas y reproductivas. Los autores sugieren que en condiciones normales, el flujo migratorio entre Coquimbo y las localidades del norte es débil, y plantean la hipótesis de la existencia de una unidad de stock en el norte (Arica-Caldera) compartida con el sur de Perú, una segunda unidad en el centro (Coquimbo) y probablemente una tercera en el sur (Talcahuano).

4. POBLACION

4.1 Estructura

4.1.1 Proporción por sexos

No se encontró información sobre la proporcion por sexos de las sardinas capturadas en Ecuador.

Frente a la costa de Perú, la proporción de hembras y machos no muestra diferencias significativas. En los desembarques de Paita (5°S) durante los años 1966-1969, la proporción fué de 0,51:0,49, predominando ligeramente los machos en las tallas de 20-29 cm long.t. y las hembras a partir de los 30 cm long.t.; en Chimbote (9°S) en el período de 1967 a 1973, la proporción fué de 0,49:0,51, donde los machos predominaron en las tallas de 21-27 cm long.t. y las hembras en las tallas superiores; en Callao (12°S) durante los años 1965-1970 la proporción fué de 0,55:0,45, donde los machos predominaron en las tallas de 21-24 cm long.t. y las hembras en las tallas por encima de los 25 cm long.t. (Mejía, 1976).

Informaciones obtenidas en febrero-marzo de 1985 durante la prospección para evaluar el stock de hembras desovantes frente a Perú dentro del área de reproducción comprendida entre 4°-12°S, indican una proporción de 0,53:0,47, con un coeficiente de variación de 0,0436 (IMARPE, 1985).

En la zona norte de Chile (18°20'-24°S) y en el área de Coquimbo (30°S) la proporción de sexos en las capturas varía a través del año (Fig.11). La información histórica muestra para la zona norte una predominancia significativa de machos en los meses de febrero y agosto-setiembre, los que corresponden a los períodos de máxima actividad reproductiva. En 1983 se encontró un predominio de hembras en los primeros siete meses y de machos en los meses de agosto-setiembre, único período en que hubo desove. Esta alteración se explica por el fenómeno "El Niño" de 1982-83 que afectó la reproducción de la sardina en el norte de Chile. En la zona de Coquimbo, el predominio de los machos ocurre principalmente entre agosto y octubre, presentando la proporción de sexos una mayor variabilidad en los meses restantes, a lo largo de la serie de años con información disponible. Martínez et al. (1985) indican que en ambas áreas la proporción de hembras y machos es igual hasta los 26,5 cm long.t., dominando los machos entre los 27 y 30,5 cm long.t. y las hembras en los tamaños mayores.

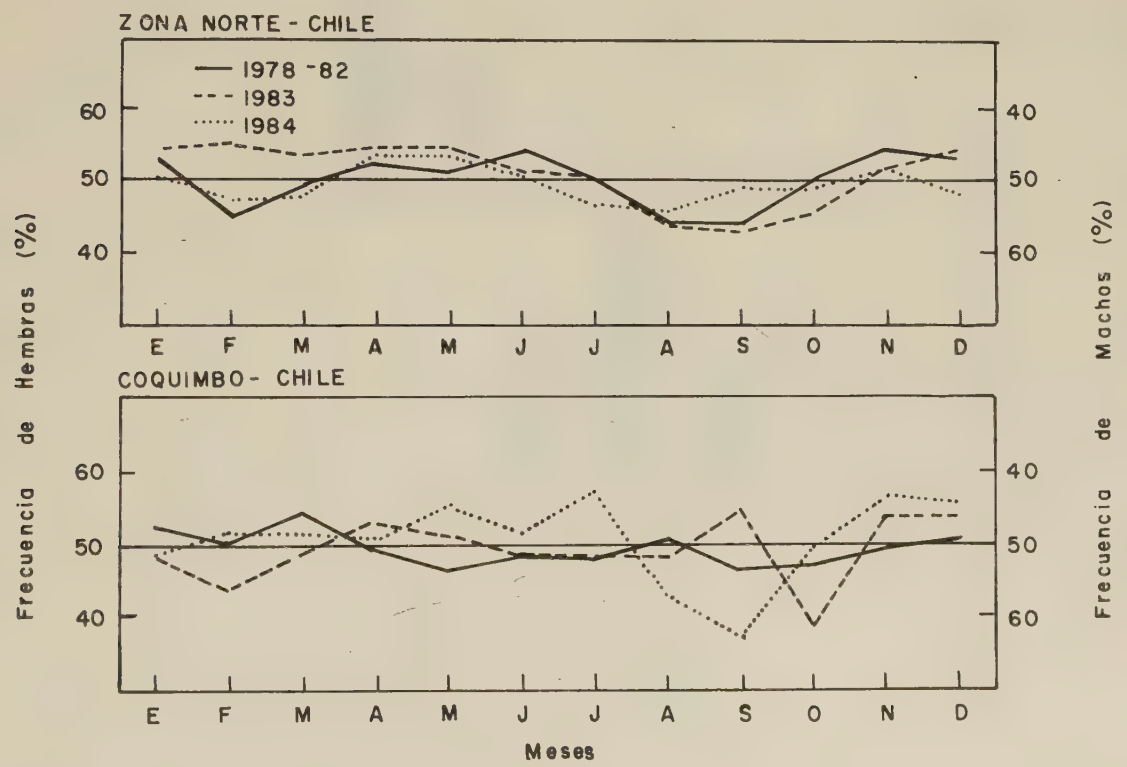


Fig.11 Proporción mensual de sexos de la sardina capturada en la zona norte de Chile y Coquimbo; período 1978-1982 (de Martínez et al., 1985)

4.1.2 Composición por edades

(1) Composición por edades de la población

La composición por edades de la población en el área peruana fué determinada durante los cruceros de cuantificación de biomasa por el método hidroacústico y por pescas comprobatorias simultáneas; los datos de frecuencia de tallas y edades con sus correspondientes pesos fueron agrupados por zonas y ponderados a la respectiva biomasa, obteniéndose el número de sardinas de la población por intervalos de tallas y grupos de edad.

Los resultados de los últimos cruceros realizados entre 1983 y 1986 (Fig.12) muestran que la población de sardina frente a Perú está constituída por ejemplares de 0 a 7 años de edad.

Cabe precisar que en 1983 y 1984, la mayor parte de la población de sardina frente a Perú se localizó dentro de la franja de 0-100 millas a lo largo de la costa. Sin embargo, en 1985 y 1986, a raíz del incremento de la población de anchoveta que volvió a ocupar sus áreas tradicionales, es decir, la franja de las 0-100 millas, los cardúmenes de sardina y fundamentalmente los ejemplares mayores de 4 años se desplazaron a aguas más cálidas por fuera de las 80-100 millas.

(2) Composición por edades de las capturas

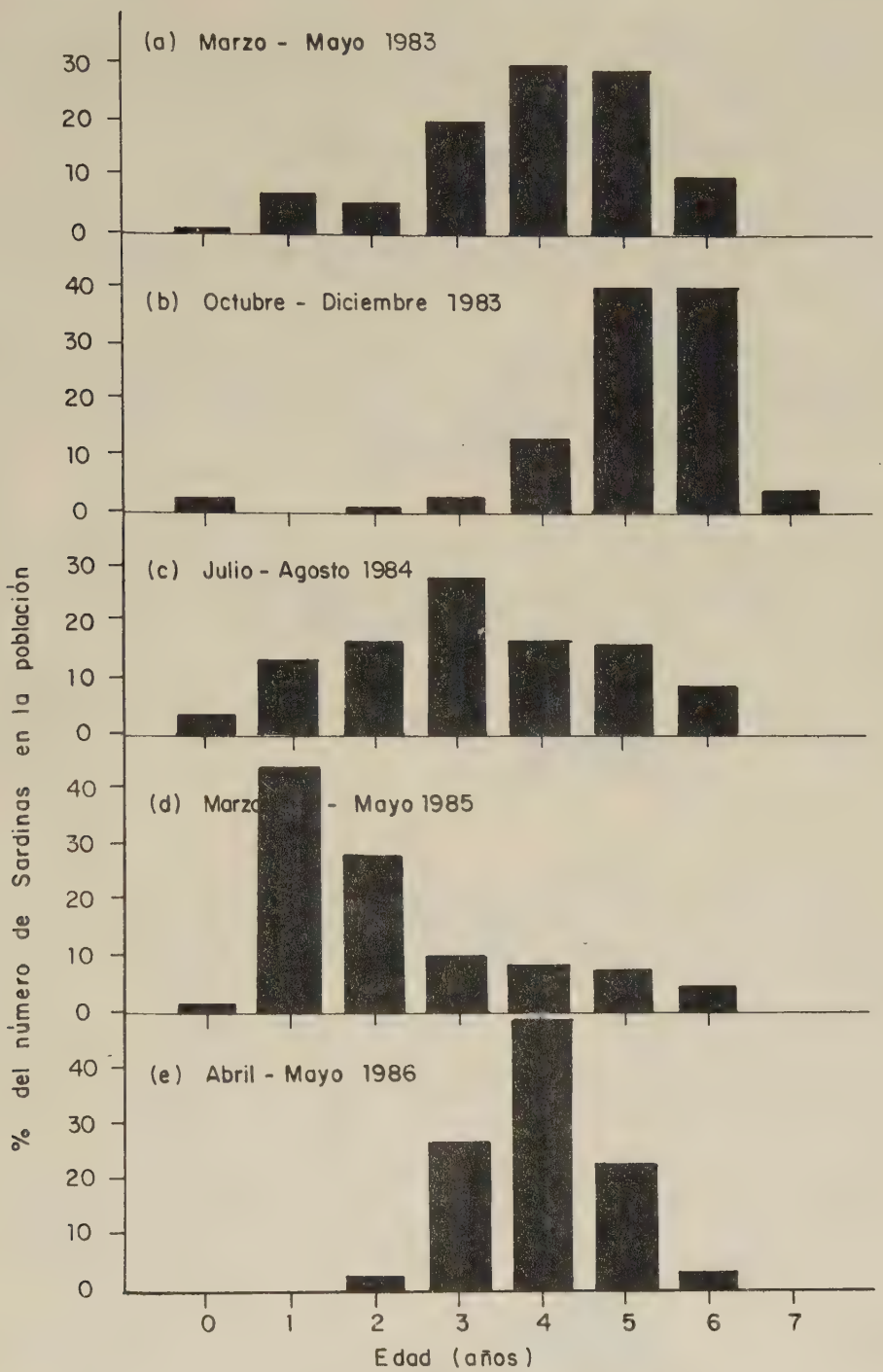
Las capturas de sardina en Ecuador durante los años 1982 y 1983 estuvieron constituídas por ejemplares de 1 a 7 años, correspondiendo los mayores porcentajes a los grupos de 3 a 5 años (Tabla V,a).

Tabla V

Composición por edades (%) de la sardina en las capturas de
a) Ecuador, b) norte-centro de Perú, c) sur de Perú, d) norte de Chile y e) Coquimbo, Chile

	Año de captura	Edades (años) 0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
(a) Ecuador	1982	-	0,7	12,3	19,7	40,1	20,1	5,7	1,4	-	-	-
	1983	-	-	0,1	26,9	32,3	33,9	6,9	0,1	-	-	-
(b) norte-centro de Perú	1978	0,1	42,5	23,7	12,8	8,5	3,3	4,8	4,4	-	-	-
	1979	0,1	4,6	3,8	12,8	33,8	20,1	15,8	9,1	-	-	-
	1980	7,0	6,7	21,0	4,7	18,3	22,1	14,2	6,1	-	-	-
	1981	-	4,4	12,8	10,7	26,0	26,6	15,0	4,5	-	-	-
	1982	0,1	10,8	4,6	5,1	20,6	28,6	24,1	6,1	-	-	-
(c) sur de Perú	1978	7,9	84,6	7,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	-	-	-
	1979	0,8	50,1	12,0	3,1	12,8	10,5	6,6	4,1	-	-	-
	1980	6,9	45,0	28,2	2,4	3,4	5,8	5,5	2,7	-	-	-
	1981	26,3	46,0	17,3	3,3	1,7	2,8	2,1	0,5	-	-	-
	1982	27,2	38,6	11,3	5,5	3,7	6,3	5,9	1,4	-	-	-
(d) norte de Chile	1974	-	-	0,1	0,5	4,5	32,9	33,4	18,6	7,3	2,3	0,4
	1975	-	-	0,5	0,3	0,3	14,3	48,2	26,9	7,9	1,5	0,1
	1976	0,8	-	0,3	1,7	1,0	14,1	29,4	38,6	11,6	2,2	0,3
	1977	2,3	0,8	0,4	0,1	0,3	4,3	26,3	42,0	20,2	3,1	0,2
	1978	-	8,2	17,2	8,5	5,0	5,4	12,4	21,0	17,8	3,9	0,6
	1979	-	1,1	0,6	0,1	4,7	22,7	28,9	22,7	14,8	4,2	0,4
	1980	-	3,5	3,8	0,4	2,5	20,3	43,4	19,1	5,9	1,1	0,1
	1981	-	1,5	1,5	0,6	2,9	20,8	35,1	28,9	7,0	1,5	0,1
	1982	-	-	0,1	0,3	0,9	10,2	30,1	38,5	14,6	2,2	0,1
	1983	-	-	-	0,5	7,0	22,8	30,4	28,3	10,0	1,0	-
	1984	-	-	0,4	1,8	4,5	22,4	19,6	26,6	4,4	0,2	-
	1985	-	-	4,5	16,3	33,4	22,3	16,3	6,0	1,1	-	-
(e) Coquimbo, Chile	1981	-	-	0,5	0,9	11,3	27,5	36,1	18,3	4,2	0,9	0,1
	1982	-	-	-	0,3	0,7	5,9	21,7	39,3	25,5	6,1	0,5
	1983	-	-	-	-	2,0	13,7	31,0	37,1	14,3	1,6	-

a), b) y c): de OLDEPESCA, 1984; d) y e): de Instituto de Fomento Pesquero


(a) Marzo - Mayo 1983
(b) Octubre - Diciembre 1983
(c) Julio - Agosto 1984
(d) Marzo - Mayo 1985
(e) Abril - Mayo 1986
% del número de Sardinas en la población
Edad (años)
0 1 2 3 4 5 6 7

(a) : 03^{o}- $18^{o}20'S$, franja 100 millas
(b) : $08^{o}30'$-$18^{o}20'S$, franja 100 millas
(c) : 03^{o}-$18^{o}20'S$, franja 100 millas
(d) : 03^{o}-$18^{o}20'S$, franja 100 millas
(e) : 03^{o}-$12^{o}30'S$, franja 150 millas

Fig.12 Composición por edades de la población de sardina frente a Perú (de Instituto del Mar del Perú)

En el norte y centro de Perú, las capturas estuvieron constituídas por ejemplares de 0 a 7 años, correspondiendo los mayores porcentajes a las edades 1 y 2 años en 1978, 4 y 5 años en 1979, 2 y 5 años en 1980, y de 4 a 6 años entre 1981 y 1982 (Tabla Vb). En la región sur, las capturas también estuvieron constituídas por ejemplares de 0 a 7 años de edad, correspondiendo el más alto porcentaje al grupo de 1 año (Tabla Vc). Las capturas de sardinas inmaduras están asociadas a la captura de anchoveta, ya que se trata de stocks que habitan las mismas zonas y son capturadas por la misma flota de cerco.

Frente a Chile, las capturas entre 1974 y 1985 estuvieron constituídas en la zona norte ($18^{o}20'$-$24^{o}S$) principalmente por ejemplares de 5 a 8 años. Las capturas de ejemplares inmaduros, menores de 3 años, fluctuaron entre 0 y 17% (Tabla Vd). En la zona de Coquimbo ($30^{o}S$), al igual que en la zona norte, la mayor proporción en las capturas corresponde a ejemplares de 5 a 8 años, siendo también baja la proporción de ejemplares inmaduros (Tabla Ve).

Las aspectos más importantes que cabe destacar en la composición por edades de las capturas de los tres países son, por una parte, la diferencia en la proporción de los grupos de edad más representativos, y por otra, la presencia de sardinas de mayor edad (8, 9 y 10 años) en las capturas de Chile, lo que podría deberse a los hechos ya expuestos en la Sección 3.4.3. La composición por edades entre países mostrada en la Tabla V, no es estrictamente comparable entre países.

(3) Edad a la primera captura

Como se muestra en la Tabla V, la sardina comienza a ser capturada antes de cumplir el año de edad, dependiendo ésto de la localización de la pesquería en relación con la distancia de la costa. Otro factor que influye en la edad a la primera captura es el tamaño de malla de la red en uso por la flota (ver secciones 5.1.1 y 5.4.2).

(4) Edad máxima

De acuerdo con Aguayo et al. (1983), la edad máxima observada es de 11 años y fué determinada en ejemplares provenientes de la pesquería del norte de Chile.

4.1.3 Composición por tallas

(1) Composición por tallas de la población

Al igual que la composición por edades de la población, la composición por tallas se ha obtenido en Perú durante los cruceros hidroacústicos combinados con pescas comprobatorias, indicando una amplitud de tallas de 4 a 39 cm long.t., y grupos modales fluctantes durante el período de 1983 a 1986 (Fig.13).

(2) Composición por tallas de las capturas

Las tallas de sardinas capturadas en Ecuador durante 1982 mostraron una amplitud de 16 a 34 cm long.t., con modas a los 28 y a los 25 cm long.t.; en 1983, la amplitud fué de 17 a 32 cm long.t., con modas a los 27 cm y 21 cm long.t. (Fig.14).

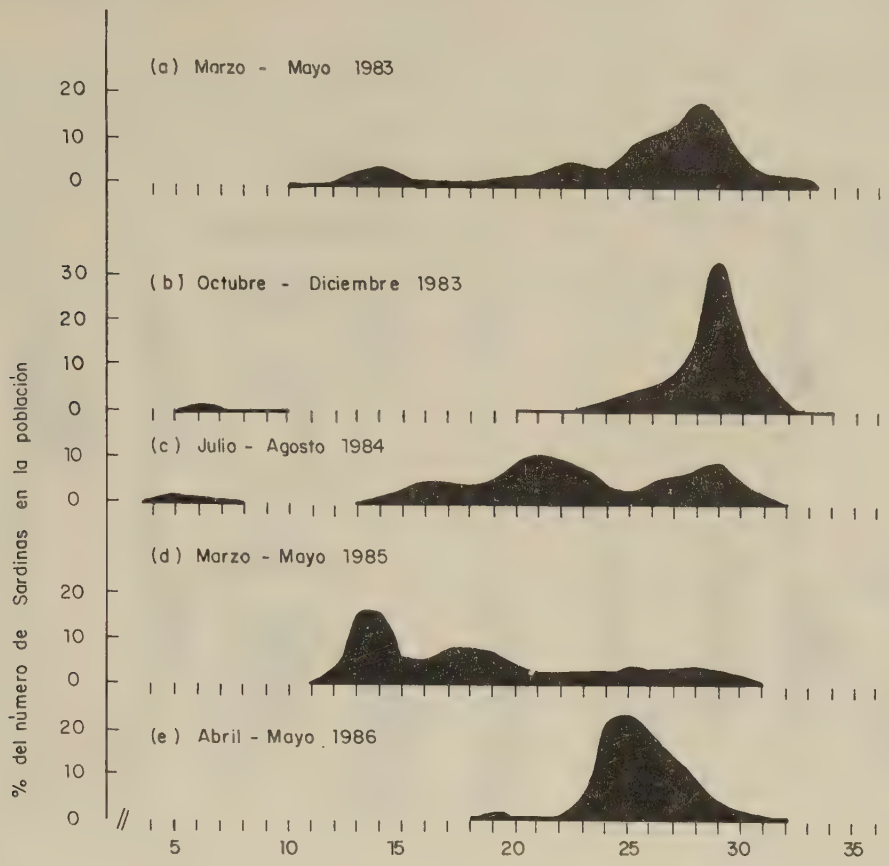
En el norte-centro de Perú (Fig.15a), la amplitud de tallas es de 4 a 41 cm long.t., con varios grupos modales por año, siendo las modas principales y más persistentes en el período 1978 a 1986, aquellas ubicadas entre los 25 y 30 cm long.t. En el sur (Fig.15b), la amplitud es de 4 a 39 cm long.t., donde las modas principales en el período 1978 a 1986 se sitúan entre los 10 y 18 cm long.t.; en 1986 no se capturaron ejemplares pequeños probablemente debido a la ausencia de actividad pesquera en los meses de verano, período en el cual es dominante la presencia de ejemplares juveniles.

En Chile, la sardina se mide en longitud total (long.t.) y en intervalos de tamaño de 0,5 cm con un ictiómetro desplazado en 0,25 cm. La composición de tallas para las subáreas de Arica, Iquique y Antofagasta ($18^{o}20'$ a $24^{o}S$) y Coquimbo ($30^{o}S$) se muestra en las figuras 16a,b,c y d.

(3) Variaciones con la distancia de la costa

Los juveniles de sardina menores de 20 cm long.t. se distribuyen en la franja de aguas costeras, principalmente en los meses de diciembre a marzo. A lo largo de la costa peruana esta franja abarca 20 a 30 millas náuticas (Instituto del Mar, 1976; Jordán, Csirke y Tsukayama, 1978; Tsukayama, 1983) y en ella los juveniles de sardina se encuentran casi siempre mezclados con anchoveta. A lo largo de la costa norte de Chile, la franja en la cual existen de sardina comprende sólo 5 millas náuticas (Serra y Zuleta, 1982).

En el Pacífico sudoriental, las diferentes localizaciones geográficas de las pesquerías con respecto a la costa influyen en la composición de tallas de las capturas. En Ecuador, norte de Perú y norte de Chile, las pesquerías operan principalmente en zonas más alejadas de la costa, afuera de las 20 millas náuticas; en el centro y sur del Perú en cambio, se localizan en las cercanías de la costa (OLDEPESCA, 1984; Serra y Zuleta, 1986).



(a) : 03°- 18°20'S, franja 100 millas
(b) : 08°30'-18°20'S, franja 100 millas
(c) : 03°-18°20'S, franja 100 millas
(d) : 03°-18°20'S, franja 100 millas
(e) : 03°-12°30'S, franja 150 millas

Fig.13 Composición por tallas de la población de sardina frente a Perú (de Instituto del Mar del Perú)

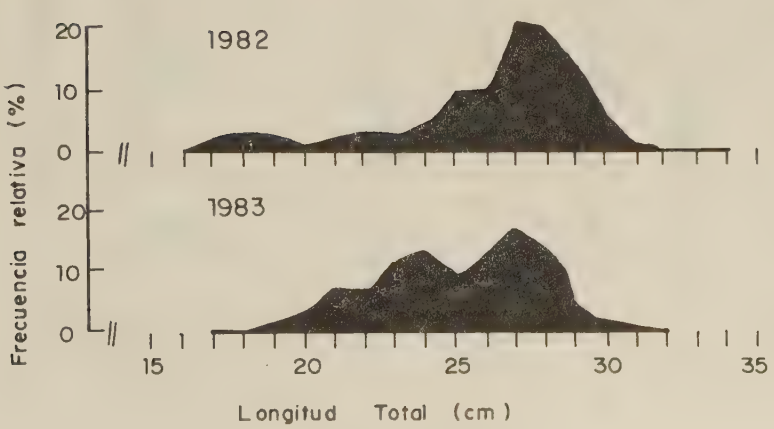


Fig.14 Composición por tallas de la sardina en las capturas de Ecuador en 1982 y 1983 (de OLDEPESCA, 1984)

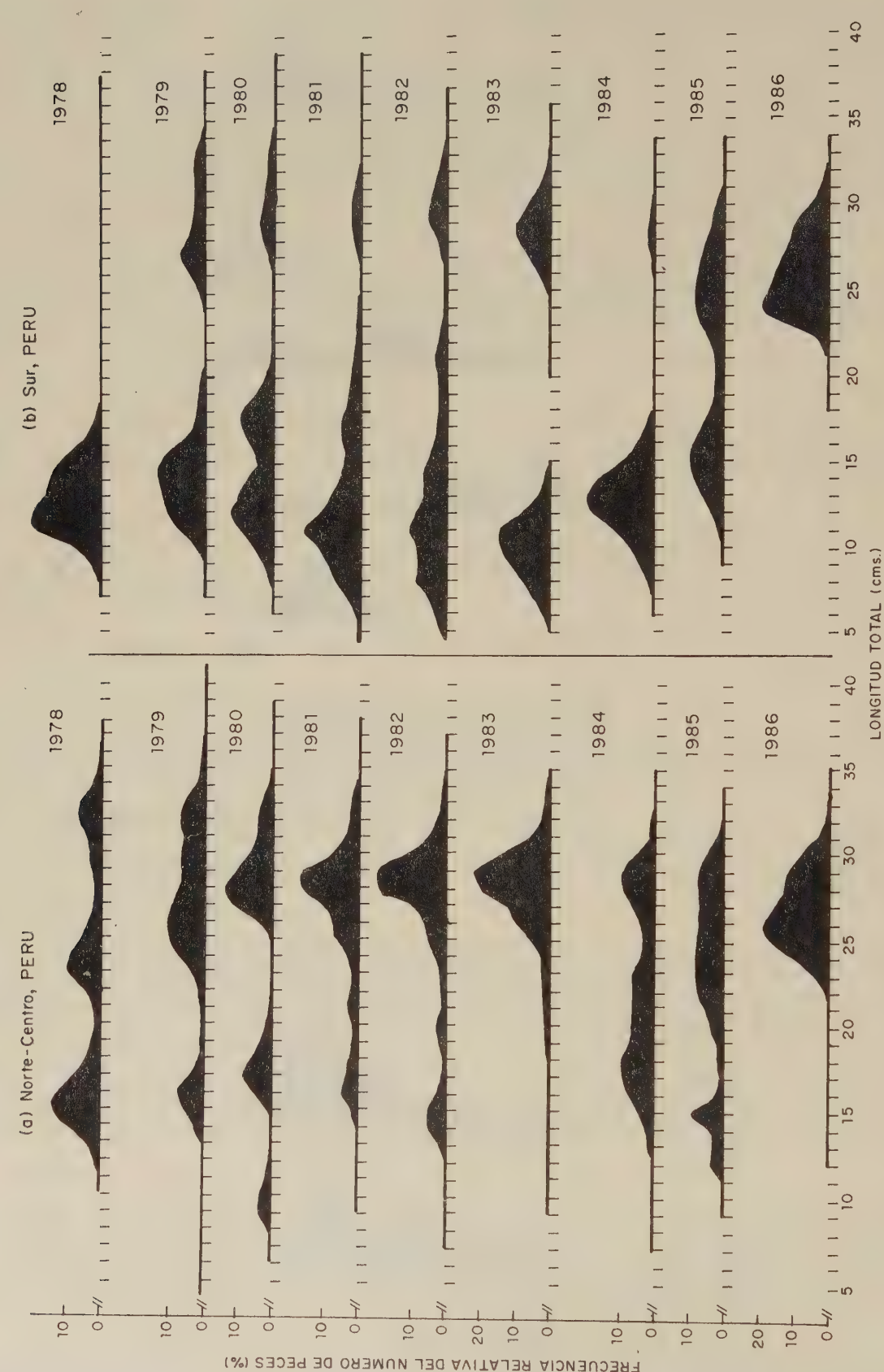


Fig.15 Composición anual por tallas en la captura de Perú: a) norte-centro, b) sur. (de IMARPE)

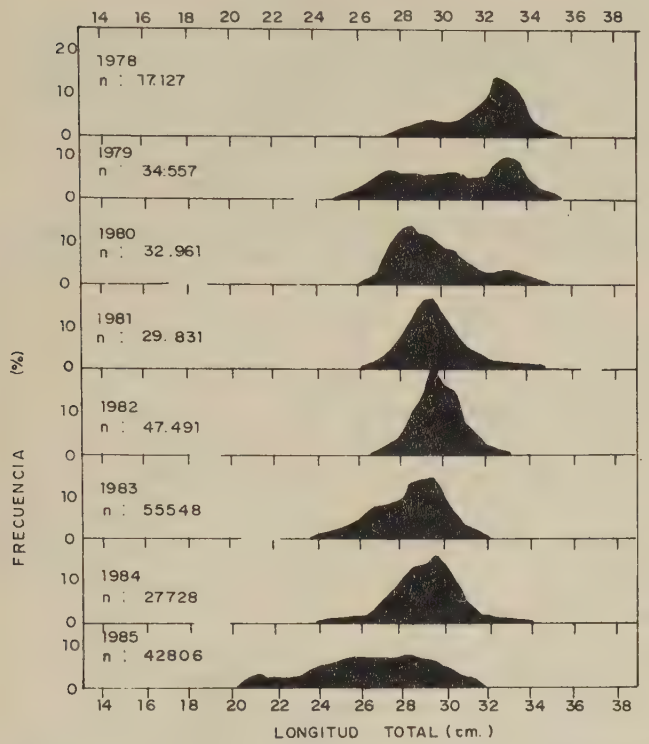


Fig.16a. Composición por tallas de sardinas capturadas en la zona de Arica (Chile) 1978-1985

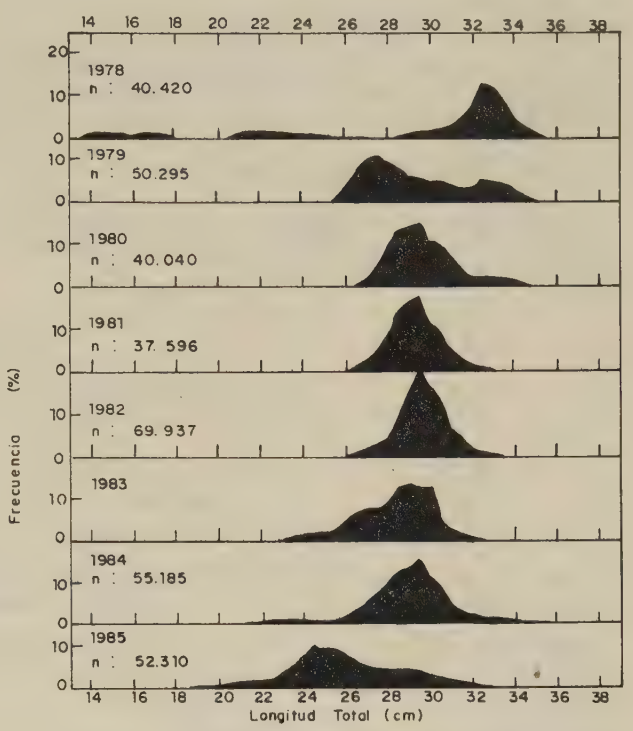


Fig.16b Composición por tallas de sardinas capturadas en la zona de Iquique (Chile 1978-1985

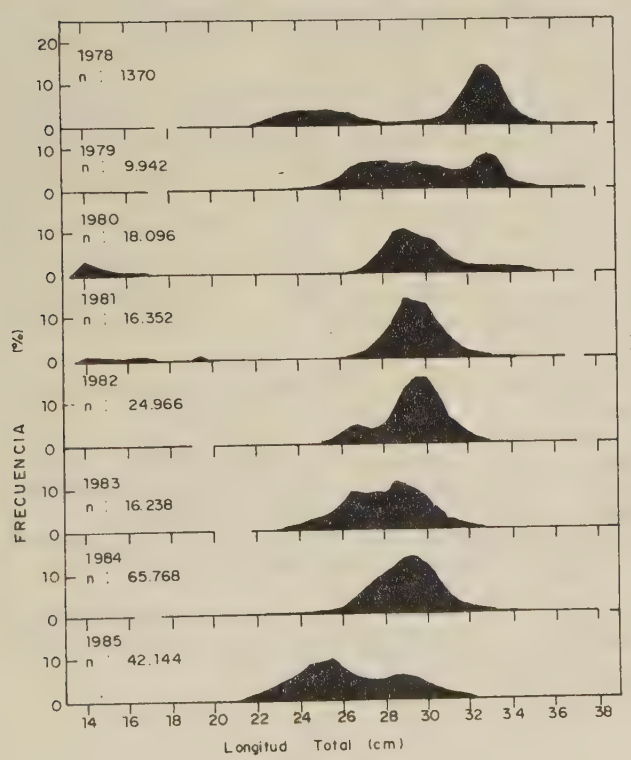


Fig.16c Composición por tallas de sardinas capturadas en la zona de Antofagasta (Chile) 1978-1985

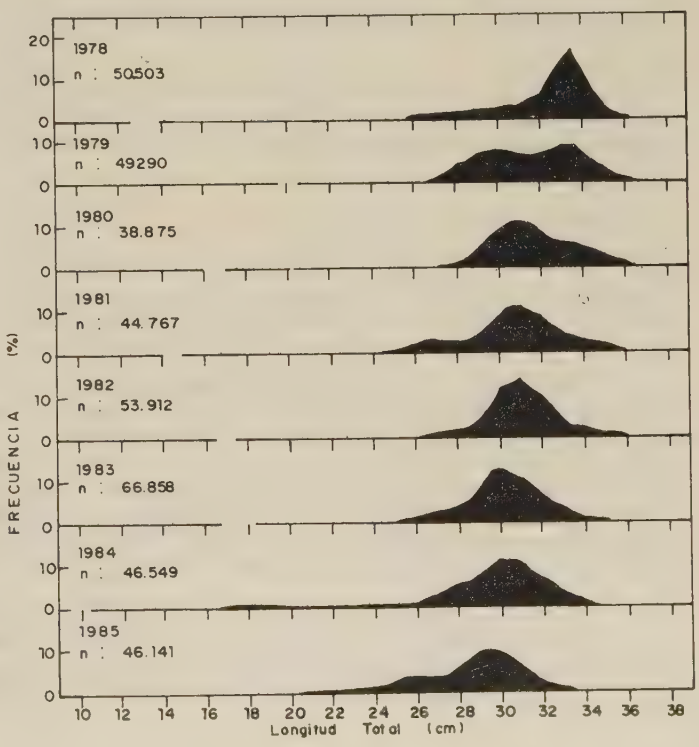


Fig.16d Composición por tallas de sardinas capturadas en la zona de Coquimbo (Chile) 1978-1985

(4) Talla máxima

En el norte de Chile, la sardina de mayor tamaño fué encontrada en 1974, y midió 39,0 cm long.t. (Serra et al., 1979); en el sur de Perú la talla máxima fué de 39,5 cm (Cárdenas y Mendo, 1986) y en el centro de Perú se observaron en 1979 sardinas de 41 cm (Instituto del Mar).

(5) Relación longitud-peso

La relación longitud-peso se ajustó considerando la ecuación alométrica $W = a L^b$, usando la transformación log-lineal; el peso se expresa en gramos y la longitud total en cm. Los trabajos realizados sobre este aspecto están resumidos la Tabla VI.

Tabla VI

Relación longitud-peso de la sardina en el Pacífico sudoriental

Localidad	Período	a	b	Tamaño cm long.t.	Nº peces	Fuente
Norte, centro y sur, Perú	Primavera 1965-1973	0,0228	2,75	5-34	7 034	Mejía, 1976
Norte, centro y sur, Perú	Verano 1965-1973	0,0258	2,70	5-34		
Norte, Perú	Verano 1980	0,0349	2,618	23-34	417	Dioses, 1985
Sur, Perú	1980	0,0205	2,784	13-34	420	Dioses, 1985
Norte, Perú	Otoño 1983	0,0414	2,512	11-32	184	Dioses, 1985
Sur, Perú	Otoño 1983	0,01375	2,841	23-34	247	Dioses, 1985
Norte, centro y sur, Perú	Primavera 1983	0,0344	2,605	20-34	361	IMARPE, 1983, 1984
Norte y centro, Perú	Otoño 1986	0,0227	2,722	18-32	1 000	IMARPE, 1986
Antofagasta, Chile		0,0090	3,005	9-35	1 400	Vidal, 1967
Norte, Chile	1965-1978	0,0043	3,215	6-39	31 670	Serra et al., 1979
Norte, Chile	1978-1982	0,0060	3,107	13-39,5	68 958	Martínez et al., 1985
Norte, Chile	1983	0,0302	2,580	21-35,5	49 307	Martínez et al., 1985
Norte, Chile	1984	0,0098	2,960	18-37,5	46 598	Martínez et al., 1985
Coquimbo, Chile	1978-1982	0,0080	3,035	18-39,5	35 670	Martínez et al., 1985
Coquimbo, Chile	1983	0,0054	3,126	23-37,5	23 895	Martínez et al., 1985
Coquimbo, Chile	1984	0,0076	3,028	11,5-37,5	19 123	Martínez et al., 1985
Norte, Chile	1985	0,0043	3,204	15,5-36	34 352	Martínez et al., 1986
Coquimbo, Chile	1985	0,0056	3,135	16-36,5	17 766	Martínez et al., 1986

Los valores del coeficiente de alometría presentan variaciones, las que se acentúan fuertemente en Perú y en la zona norte de Chile debido al fenómeno "El Niño" de 1982-83.

En Perú, las series históricas de datos indicaron que en general éstas se mantuvieron bastante estables hasta 1982, apreciándose una notoria disminución en los pesos promedio durante los meses de máxima intensidad de "El Niño" de 1982-83, y una recuperación de estos pesos una vez reestablecida la normalidad de las condiciones oceanográficas hacia fines de 1983; la reducción en el peso de las sardinas de 25 a 30 cm en enero de 1983 fué del 30 y 28% con respecto al mismo mes en 1981 y 1982 (Tasukayama y Santander, 1986) (Fig.17).

En Chile, el peso de la sardina también disminuyó notoriamente en 1983. Esta disminución fluctuó entre 3 y 90 gramos en ejemplares de 22 a 37 cm long.t., lo que representa un 3 a 20% del peso total. La reducción fué más acentuada en los grupos de talla mayores (Martínez et al., 1984).

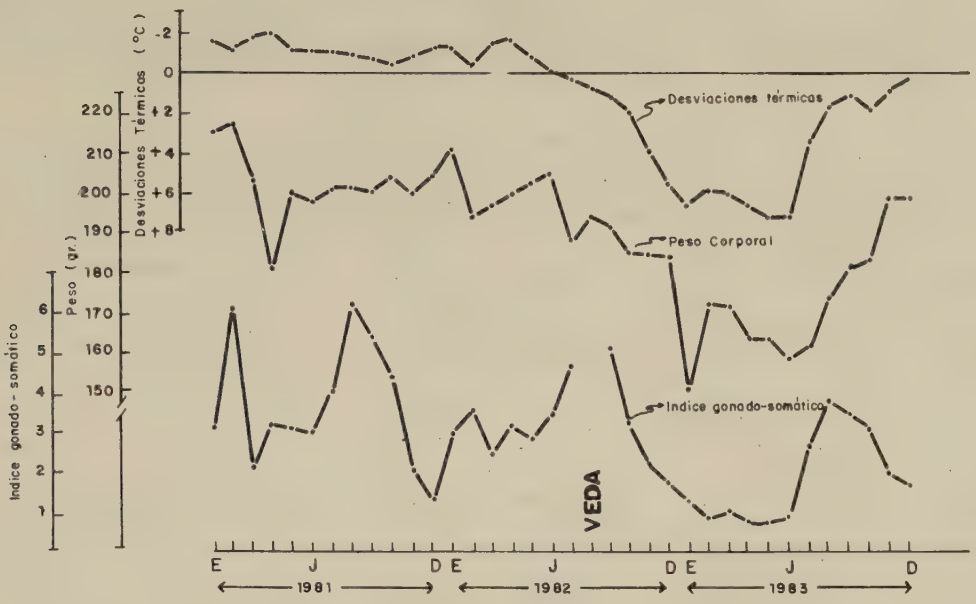


Fig.17 Variaciones en el peso corporal de sardinas adultas entre 25 y 30 cm long.t. y el Indice gonadosomático en relación con las desviaciones térmicas en Chimbote (09°S) (de Tsukayama y Santander, 1986)

4.2 Abundancia y densidad (de la población)

4.2.1 Abundancia promedio

La abundancia de la sardina ha sido estimada por varios métodos, tales como cuantificación hidroacústica, análisis de población virtual y producción de huevos. De los tres métodos sólo el hidroacústico ha sido usado a lo largo de toda el área de distribución de la sardina.

Existen estimaciones simultáneas para los tres países de la población de sardina por el método hidroacústico, obtenidas durante 1983, en el marco de un proyecto regional para la evaluación de los stocks de sardina, jurel y caballa (OLDEPESCA, 1984). Los resultados de los dos cruceros realizados se muestran en las Tablas VII y VIII.

Tabla VII

Estimación de abundancia de **Sardinops sagax** en el Pacífico sud-oriental a principios de 1983 (de OLDEPESCA, 1984)

País	Zona	Biomasa (ton.m.)	Desv. Est. (ton.m.)	Area (millas n.)	Fecha
Ecuador	Frontera Colombia a frontera Perú	120	56	39 300	5/2-5/3
Perú	Frontera Ecuador a frontera Chile	5 530 000	884 800	59 485	11/3-19/5
Chile	Frontera Perú a Coquimbo (30°S)	1 007 000	296 365	51 400	19/2-30/3

Tabla VIII

Estimación de abundancia de sardina en el Pacífico sudoriental en invierno de 1983 (de OLDEPESCA, 1984)

País	Zona	Biomasa (ton.m.)	Desv.est. (ton.m.)	Area (millas n.)	Fecha
Ecuador	Esmeraldas (1° N) a frontera Perú	20 000	5 900	17 600	6/10-25/10
Perú	Pta. Chao a Cerro Azul	2 010 000	1 005 000	11 442	29/11-13/12
	Cerro Azul a frontera Chile	1 920 000	758 400	26 418	28/9-22/10
Chile	Frontera Perú a Huasco	4 585 000	641 900	89 282	29/7-26/9

Perú y Chile han efectuado independientemente estimaciones de abundancia frente a sus costas.

En Perú, las estimaciones de biomasa se han efectuado utilizando diversos métodos: a) reconocimientos hidroacústicos con pescas comprobatorias simultáneas, b) producción de huevos y c) cálculos de balance poblacional que combinan la estimación hidroacústica con informaciones provenientes de la actividad extractiva comercial y con parámetros biológicos. Los resultados de la aplicación de estos métodos se resumen en la Tabla IX.

Tabla IX

Estimaciones de biomasa de sardina frente a Perú (en millones de ton.m.)

Período	Cobertura geográfica	Biomasa juveniles y adultos	(10^6 ton.m.) desovantes	Método	Fuente
Mayo 1978	5°-18°2' S, franja 60 millas	3,7	-	Hidroacústico	Jordán, Csirke y Tsukayama, 1978
Mayo 1979	3°30'-18°2' S, franja 60 millas	3,0	-	Hidroacústico y balance poblacional	IMARPE, 1979
Julio 1980	4°-18°2' S, franja 30-150 millas	2,1		Hidroacústico	IMARPE, 1980
	14°-18°2' S, franja 30 millas	0,4		Hidroacústico	IMARPE, 1980
Enero 1981	3°30'-18°2' S	3,1-3,7		Balance poblacional	IMARPE, 1981
Mayo 1983	3°30'-18°2', franja 100 millas	4,8		Hidroacústico	IMARPE, 1983
Set. 1983	8°30'-18°2' S, franja 100 millas	4,2		Hidroacústico	IMARPE, 1984
Set.1984	3°30'-18°2', franja 120 millas	4,1		Hidroacústico	IMARPE, 1984a
Marzo 1985	3°30'-14° S, franja 90 millas	-	2,4	Producción de huevos	IMARPE, 1985
Mayo 1985	3°30'-18°2' S, franja 90 millas	2,9	-	Hidroacústico	IMARPE, 1985a
Mayo 1986	3°30'-13° S, franja 10-150 millas	2,4	-	Hidroacústico	IMARPE, 1986

En la zona norte de Chile (18°20'-24°S), la abundancia de sardinas ha sido evaluada mediante cruceros hidroacústicos, llegándose a cifras entre 3.3 y 4.5 millones de toneladas dentro de la franja de 0 - 100 millas, en los períodos de invierno de 1981 a 1985 (Tabla X).

Tabla X

Estimaciones de biomasa (en miles de ton.m.) de sardina con el método hidroacústico en la zona norte de Chile (18°20'-24°S), obtenidas en los períodos de invierno

	1981	1982	1983	1984	1985
Biomasa	4 080	4 546	3 372	1 510	3 734
Error (%)	35	51	34	41	29

En Chile, la abundancia de la sardina también ha sido estimada por el análisis de población virtual (APV), por diferentes autores (Serra y Zuleta, 1982; Salazar et al., 1984; Martínez et al., 1986; Serra, 1986). Estos trabajos se basan en datos correspondientes a diferentes períodos de años, siendo los dos últimos los que entregan resultados más recientes; la discrepancia entre los resultados obtenidos se explica por la diferencia de valores en los parámetros de entrada al APV y en la estimación de los pesos medios para cada edad. En la Tabla XI se muestran los resultados de las estimaciones de la abundancia media. Debido a los cambios que se han producido en la vulnerabilidad y en la edad específica del reclutamiento en los últimos años, Serra (1986) considera 3 niveles de reclutamiento para estimar la mortalidad por pesca de las edades incompletamente reclutadas en estos años. Estos 3 niveles de reclutamiento son: (1) máximo estimado (de 1978); (2) estimado de 1982; y (3) estimado con el modelo de Ricker. De este modo se llega a los tres estimados de biomasa en los últimos años representados en la Tabla XI, siendo altamente probable que la abundancia verdadera se sitúe más proxima a los valres intermedios.

Tabla XI

Biomasa media de la sardina de la zona norte de Chile:
a) a partir de 3 años de edad,de Serra (1986);
b) a partir de 4 años de edad, de Martínez et al. (1986) (en miles de t)

		1974	1975	1976	1977	1978	1979	1989	1981	1982	1983	1984	1985
a)	B3+(1)	2 498	3 351	4 142	6 324	7 013	8 638	9 324	9 085	8 204	6 044	6 891	6 000
	B3+(2)	2 498	3 351	4 142	6 324	7 013	8 638	9 324	9 090	8 152	5 266	4 996	3 497
	B3+(3)	2 498	3 351	4 142	6 324	7 013	8 638	9 324	9 086	8 102	4 996	4 239	2 398
b)	B4+	2 740	4 444	4 260	6 316	6 448	8 452	9 218	9 163	8 115	5 293	5 686	5 156

4.2.2 Cambios en la abundancia

Desde el final de los años 60 y principios de los 70 hasta 1980, la sardina mantuvo un crecimiento sostenido en abundancia, tanto del stock del centro-norte del Perú, como de aquel del extremo sur del Perú y norte de Chile (ver Sección 2. Distribución), lo que ha sido documentado por Tsukayama (1983), Serra et al. (1979), Serra (1983), Zuta, Tsukayama y Villanueva (1983).

Esencialmente existen dos hipótesis para explicar los cambios a largo plazo en las poblaciones de sardina del Pacífico sudoriental. Una de ellas postula que el crecimiento en abundancia de la sardina se ha debido a cambios ambientales. Al respecto, Kawasaki (1983) muestra el crecimiento simultáneo en abundancia de las especies de sardina del Japón, de Chile-Perú y de Baja California, lo que no es fácil de aceptar como un hecho casual. La segunda hipótesis postula la existencia de acciones competitivas entre la anchoveta y la sardina; la disminución en abundancia de la anchoveta habría dejado un nicho ecológico vacante, lo que habría permitido la expansión de la poblacion de la sardina.

En Chile, la disminución en abundancia de la sardina observada desde 1983 en adelante, se explica principalmente por la pesca (Serra, 1986; Martínez et al., 1986).

4.2.4 Cambios en densidad

La sardina presenta una marcada estacionalidad en su abundancia en la zona norte de Chile (Fig.18), coincidiendo el nivel máximo con la época principal de desove. En Perú, las mayores densidades se presentan en el verano cuando los cardúmenes se concentran en aguas más costeras por efecto de las condiciones ambientales más cálidas; en invierno, las densidades son más bajas por una mayor dispersión de los individuos, por lo cual los cardúmenes ocupan áreas de distribución más amplias.

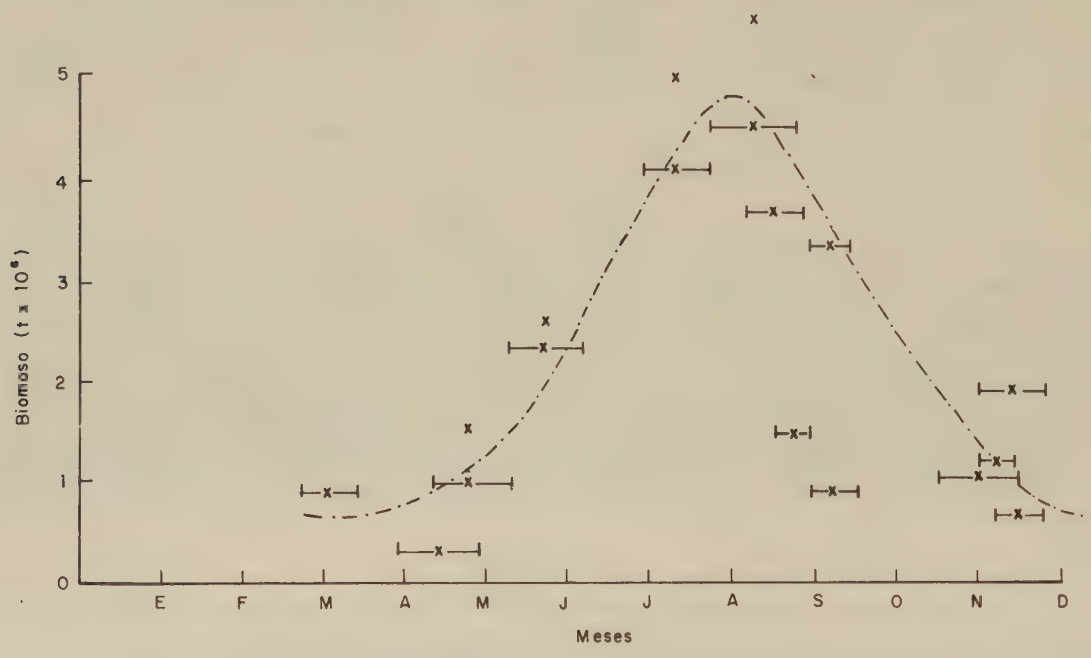


Fig.18 Biomasas de sardina española estimadas con métodos hidro-acústicos entre Arica y Antogafasta (0-200 millas n.) en 1981-1985 (del Instituto de Formento Pesquero, 1985)

4.3 Natalidad y reclutamiento

4.3.1 Tasa de reproducción

Algunos factores relacionados con la reproducción se han indicado ya en la Sección 3.1 (Reproducción), particularmente las informaciones relativas a la producción de huevos (3.1.5 y 3.1.6).

Los estudios de ictioplancton frente a Perú muestran que el índice de desove de la sardina aumentó a partir de 1974, alcanzando su nivel máximo en 1979 (Tabla XII).

No se han efectuado investigaciones sobre los mecanismos y factores que afectan la sobrevivencia de huevos y larvas. Rojas y Mujica (1981) obtuvieron una estimación preliminar de la sobrevivencia de las larvas ajustando una curva exponencial al número de larvas entre 4,5 y 14,5 mm de longitud. Los valores del ajuste son y = 129,756 EXP (-0,5811x), donde "y" es el número de larvas y "x" es el tamaño.

4.3.2 Factores que afectan la reproducción

No existen antecedentes sobre factores dependientes de la densidad de población que afecten la reproducción.

Santander y Castillo (1977), Santander y Flores (1983) y Bernal, Robles y Rojas (1983) señalan que los períodos cálidos favorecen el desove de la sardina, lo que queda demostrado por la mayor densidad de huevos y larvas y la cobertura espacial más amplia del desove. Santander y Flores (1983) sugieren que esta mayor intensidad y extensión del desove se deben al dominio de aguas subtropicales superficiales o al proceso de mezcla de éstas con aguas ecuatoriales superficiales.

Tabla XII

Indices de desove de sardina y anchoveta frente a Perú (Santander y Tsukayama, 1983)

Año	Indice de desove	
	Sardina	Anchoveta
1965	0	148
1966	0	3 013
1967	0	5 769
1968	0	1 595
1969	0	1 204
1970	0	725
1971	0	537
1972	5	206
1973	0	239
1974	25	1 134
1975	87	933
1976	268	498
1977	254	488
1978	399	1 322
1979	1 551	399
1980	570	479
1981	183	384
1982	429	213

Los antecedentes también demuestran que las anomalías oceanográficas intensas como el fenómeno "El Niño" de 1982-1983 afectan de manera negativa la reproducción de la sardina, disminuyendo la producción de huevos del stock adulto, lo que queda demostrado por la disminución del índice gonadosomático (Instituto del Mar de Perú, 1983; Chile, Subsecretaría de Pesca, 1984; Martínez et al., 1984; Mujica, Royas y Aranis, 1985; Tsukayama y Santander, 1986) y por la disminución en densidad de los huevos en el plancton (Mujica, Royas y Aranis, 1985). Estos antecedentes demuestran que el desove secundario de la sardina (verano 1983) casi no existió y que el desove principal (invierno 1983) fué de menor intensidad que en años anteriores. Además, hay indicaciones de que las áreas de desove fueron desplazadas hacia el sur con el avance del fenómeno "El Niño". Mujica, Rojas y Aranis (1985) describen un desplazamiento de la distribución espacial del desove al sur de Antofagasta (24°S), debido al fenómeno "El Niño" de 1982-83.

4.3.3 Reclutamiento

- Reclutamiento al stock caturable

A lo largo del Pacífico sudoriental, las pesquerías de sardina se localizan a diferentes distancias de la coasta, lo que influye en la composición por edades y por tallas de la captura (ver 2.2 Distribución diferenciada y 4.1 Estructura de la población). En Ecuador, norte de Perú y norte de Chile, la pesquería opera en zonas más alejadas de la costa, en cambio en la centro y sur del Perú su localización es costera (OLDEPESCA, 1984; Serra y Zuleta, 1982). La composición por edades de las distintas pesquerías se muestra en la Fig.19.

Todos estos antecedentes muestran un patrón gradual de reclutamiento de una clase anual a la pesquería, a través de varios años.

- Factores que determinan el reclutamiento

Los factores que determinan el proceso de reclutamiento a la pesquería son la localización de la pesquería con respecto a la distribución diferenciada de esta especie y a su alejamiento progresivo de la costa después de los 2 ó 3 años de edad.

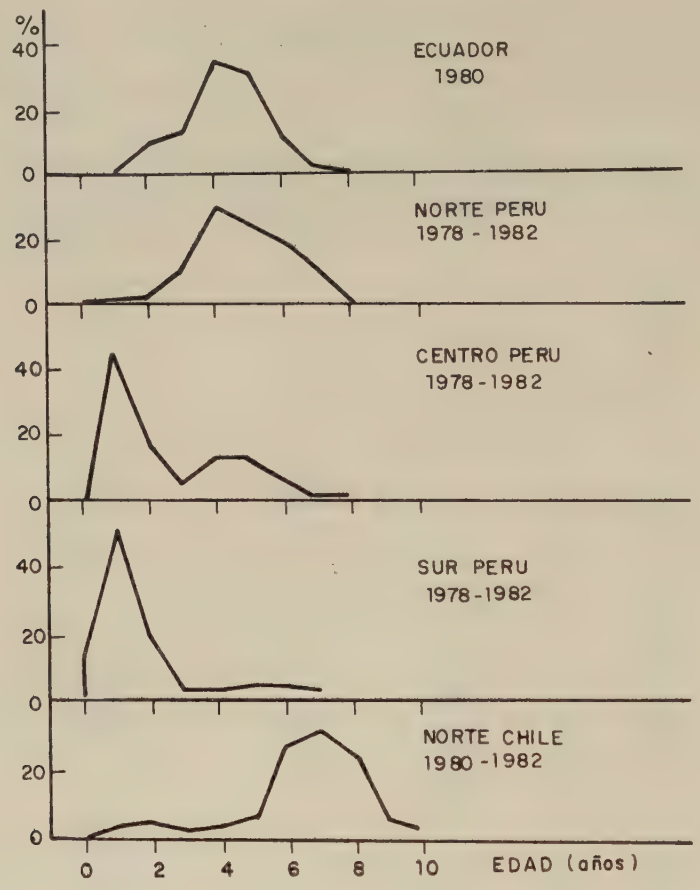


Fig.19 Patrón de reclutamiento a la pesquería de la sardina en el Pacífico sudoriental (de OLDEPESCA, 1984 a Serra y Zuleta, 1986)

Otro factor que en alguna medida efecta el patrón de reclutamiento es el uso de redes de cerco con diferentes tamaños de malla. Sin embargo, en Perú la pesca en aguas costeras es efectuada preferentemente por embarcaciones provistas con redes anchoveteras (malla de 1/2"), que capturan anchoveta y sardina con destino a reducción. Estas flotas operan preferentemente en la zona central y sur del país. En el norte, en cambio, opera preferentemente una flota provista de redes sardineras (malla 1 1/2"), que captura sardina con destino a reducción y conservería (Tsukayama, 1983).

De los factores antes mencionados, el más importante es la segregación espacial por tallas. En Chile, cuando la flota operaba sólo con redes anchoveteras (antes de 1979), se apreciaban notables diferencias en la composición de las capturas cuando éstas provenían de zonas más cercanas o más lejanas de la costa. Los ejemplares pequeños (20 cm long.t.) se obtenían cerca de la costa y los más grandes, en zonas más alejados de ella (Serra y Zuleta, 1986).

- Variación en el reclutamiento anual

Existe información para la zona norte de Chile, la que ha sido obtenida por análisis de población virtual (Serra, 1986) y se muestra en la Fig.20.

- Relación del reclutamiento con el tamaño del stock y tasa de reproducción.

La tendencia de las observaciones disponibles para la zona norte de Chile y los mecanismos probables de compensación sugieren que el modelo más apropiado para describir la relación stock-recluta (Fig.21) es el de Ricker, 1975 (Serra y Zuleta, 1986). Los autores indican que la corta serie dé observaciones disponibles no permite conocer el reclutamiento anterior a 1977 y tampoco la influencia del fenómeno "El Niño" de 1982-83, lo que hace incierta cualquier hipótesis sobre su evolución futura.

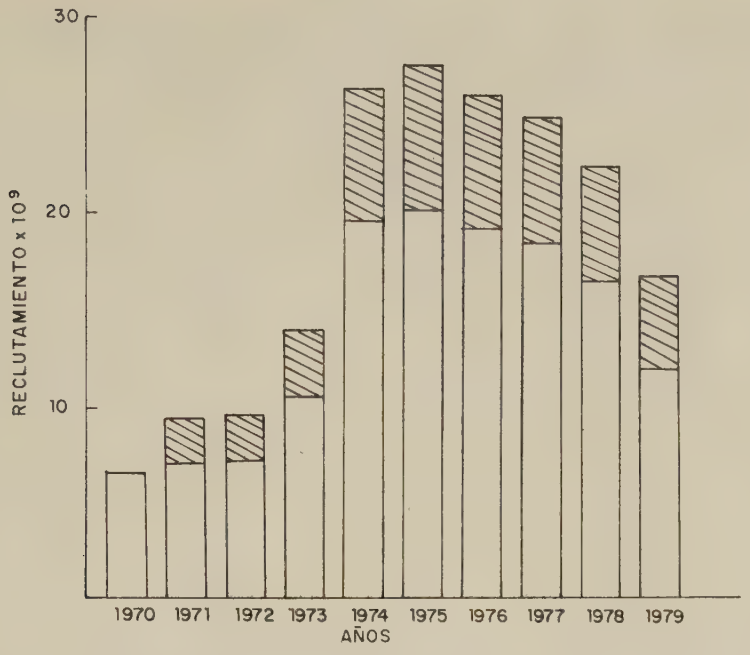


Fig.20 Magnitud de las clases anuales de sardina (1970-1979); Edad 3 = toda la barra, Edad 4 = barra sin achurrar (de Serra, 1986a)

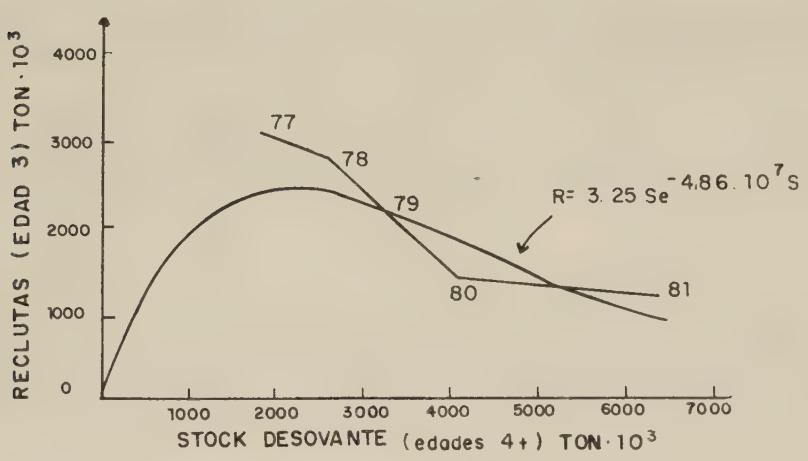


Fig.21 Relación stock-reclutamiento para la sardina del norte de Chile (de Chile, Subsecretaría de Pesca, 1984d; Serra y Zuleta, 1986)

4.4 Mortalidad y morbilidad

4.4.1 Tasas de mortalidad

- Coeficiente instantáneo de mortalidad total

Se han efectuado estimaciones de mortalidad total (Z) basados en la composición por edades de las capturas y por el método de Chapman y Robson (1961). Los resultados obtenidos para las pesquerías de Ecuador, Perú y Chile se muestran en la Tabla XIII.

- Coeficiente de mortalidad natural

El coeficiente de mortalidad natural ha sido estimado por varios métodos, entre los cuales el de Pauly (1980) es el más usado. Otros métodos son el de Rikhter y Efanov (1976) y el de Roff (1984).

Tabla XIII

Estimaciones de mortalidad total por el método de Chapman y Robson (1961) (Instituto del Mar de Perú, 1983)

País		Año	Edad de reclutamiento completo (años)	Z	M	F	Limites de confianza de Z
Ecuador		1982	5	1,40	0,40	1,00	1,40 - 1,41
Perú	Norte	1978	4	0,51	0,3	0,21	0,39 - 0,64
		1979	4	0,68	0,3	0,38	0,53 - 0,83
		1980	5	0,62	0,3	0,32	0,48 - 0,77
		1981	5	1,05	0,3	0,75	0,73 - 1,37
		1982	5	0,93	0,3	0,63	0,70 - 1,17
		1978-1982	5	0,86	0,30	0,56	0,61 - 1,10
	Centro	1978	4	0,69	0,30	0,39	0,20 - 1,18
		1979	4	0,75	0,30	0,45	0,51 - 0,98
		1980	5	0,94	0,30	0,64	0,44 - 1,44
		1981	5	1,01	0,30	0,71	0,58 - 1,44
		1982	5	1,16	0,30	0,86	0,55 - 1,78
		1978-1928	4	0,70	0,30	0,40	0,36 1,05
	Sur	1978	3	0,17	0,30	-	1,76 - 1,42
		1979	4	0,65	0,30	0,35	0,42 - 0,88
		1980	5	0,77	0,30	0,47	0,32 - 1,22
		1981	5	0,80	0,30	0,50	0,11 - 1,71
		1982	5	0,87	0,30	0,57	0,34 - 1,39
		1978-1982	5	0,79	0,30	0,49	0,20 - 1,39
Chile	Norte	1974	6	0,88	0,30	0,58	0,65 - 1,12
		1975	7	1,35	0,30	1,05	0,86 - 1,82
		1976	7	1,33	0,30	1,03	0,93 - 1,73
		1977	8	1,87	0,30	1,57	0,87 - 2,88
		* 1978	8	1,52	0,30	1,22	0,78 - 2,27
		1979	9	1,44	0,30	1,14	0,66 - 2,23
		1980	6	1,08	0,30	0,78	0,80 - 1,35
		1981	7	1,45	0,03	1,15	0,91 - 1,99
		1982	8	2,05	0,30	1,75	0,80 - 3,31
		1974-1982	7	1,18		0,88	0,79 - 1,57
		1980-1982	7	1,31		1,0,	0,86 - 1,77

* Computado con $x^2 = 2,0$; los otros con $x^2 = 3,84$

La mortalidad natural, M, se asume constante entre edades y años y los valores estimados fluctúan entre M = 0,3 y M = 0,4. Serra y Zuleta (1982), Salazar et al. (1984) y Martínez et al. (1986) la han estimado en 0,4. OLDEPESCA (1984) y Serra (1986), en 0,3.

- Coeficiente de mortalidad por pesca

La mortalidad por pesca ha sido estimada descontando M de Z, puesto que Z = F + M. Los resultados para Ecuador, Perú y Chile se muestran en la Tabla XIII.

Se han obtenido resultados más confiables de estimaciones de F en Chile a través del análisis de población virtual. Los análisis actualizados de este tipo han sido efectuados por Serra (1986) y Martínez et al. (1986), y cubren el período 1974-85 (Tabla XIV).

Tabla XIV

Estimaciones de F para la zona norte de Chile para distintos grupos de edad;
a) de Serra (1986); b) de Martínez et al. (1986)

		1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
a)	F_{4+}	0.07	0.04	0.06	0.09	0.07	0.16	0.18	0.16	0.19	0.48	-	-
	F_{5+}	0.17	0.07	0.10	0.18	0.15	0.30	0.32	0.27	0.30	0.71	-	-
	F_{7+}	0.74	0.35	0.38	0.54	0.55	1.17	0.97	0.75	1.09	2.19	-	-
b)	F_{4+}	0.05	0.03	0.05	0.07	0.06	0.13	0.15	0.14	0.16	0.38	0.36	0.42
	F_{5+}	0.12	0.05	0.08	0.15	0.14	0.26	0.27	0.24	0.28	0.62	0.73	0.60

4.4.2 Factores que causan o afectan la mortalidad

No hay antecedentes específicos, pero existen varios factores que probablemente podrían afectar las tasas de mortalidad de la sardina.

No obstante la ausencia de estudios cuantitativos sobre la predación, es posible identificar a ésta como un factor potencialmente importante en la determinación de cambios en la mortalidad, principalmente en los juveniles menores de 20 cm long.t., ya que ha sido probado que el jurel y la caballa predan sobre las sardinas pequeñas (ver 4.6); asimismo, la predación de huevos por parte de la anchoveta y de la misma sardina puede ser un factor importante de mortalidad (Santander, Sandoval y Castillo, 1983).

Los factores físicos son también potencialmente importantes, principalmente durante la fase larval. La trascendencia del fenómeno "El Niño" debe ser enfatizada como un factor perturbador importante de la mortalidad, el cual puede afectar aún a los adultos cuando alcanza intensidades notables, como ocurrió en 1982-83.

La importancia del efecto de la pesca sobre la mortalidad total de la sardina es evidente como puede ser apreciado en las Tablas XIII y XIV; este factor ha afectado de manera notable la abundancia de la sardina, principalmente desde 1983 en adelante, así como la magnitud de los grupos de edad 7 y mayores, provocando aún la desaparición de las clases de edad 11 y 10 de la pesquería en Chile.

4.4.3 Dinámica de la población

El análisis del estado de los stocks de sardina en el Pacífico sudoriental sobre la base de la información disponible en Ecuador, Perú y Chile, indicó que los stocks crecieron desde principios de la década 70, pero que en la actualidad están estabilizados o declinando, que la tasa de explotación no debería excederse y que las capturas deberían ser distribuídas a través del año afin de permitir la preservación de las unidades reproductivas, recomendándose mejorar el sistema de monitoreo de tal modo que permita ajustar las tasas de explotación en cada período de pesca (OLDEPESCA, 1984).

Evaluaciones del estado del stock de sardinas frente a sus costas son efectuadas regularmente por Perú y Chile, afin de seguir los cambios en sus niveles poblacionales y en sus parámetros biológicos y de comprobar los efectos de las condiciones ambientales.

En Perú se realizan actividades de investigación periódicas, tales como cruceros hidroacústicos y pescas exploratorias, cruceros de evaluación de la producción de huevos para determinar el tamaño del stock de desovantes, muestreos biológico-pesqueros en los principales puertos de desembarque, y cruceros oceanográficos que permiten simular el comportamiento del stock a corto plazo y generar estrategias de pesca orientadas a preservar un stock de adultos potencialmente desovantes de alrededor de 2,5 a 3,0 milliones de toneladas, como magnitud referencial y razonable calculada en base a observaciones procedentes de cruceros hidroacústicos de años anteriores, fijando tasas de explotación y cuotas de captura por temporada de pesca.

En la zona norte de Chile se aplicó el análisis de población virtual (APV), el que requiere de datos sobre composición de la captura por clases de edad y de una estimación de la tasa instantánea de mortalidad natural, para poder calcular el tamaño numérico de la población, las tasas instanáneas de mortalidad por pesca y las tasas de explotación para cada cohorte. Disponiendo de información de peso en relación con la edad es posible estimar también la biomasa de la población. Estos antecedentes han permitido seguir la evolución de la abundancia del stock de sardina y su producción biológica, tanto en su componente somática como en el reclutamiento.

Un concepto clásico de la biología pesquera es que los recursos vivos muestran niveles altos de abundancia antes del inicio de la explotación y que éstos niveles disminuyen por efecto de la pesca. Sin embargo, el primer resultado del APV demostró que la abundancia de la sardina era baja en la década 60 y que comenzó a crecer a partir del final de ese período, alcanzando su nivel máximo en 1981 y disminuyendo en los años sucesivos (ver Tabla XI).

También existe una aplicación del modelo de rendimiento por recluta, pero ésta debe ser considerada como preliminar. Esa aplicación se basó en el modelo de Ricker (1975) y se realizó durante el "Taller de dinámica de poblaciones" del proyecto SELA/BID, Guayaquil (Instituto del Mar de Perú, 1983 y Serra y Zuleta, 1986). Los dos resultados más importantes son: a) la constatación de la sensibilidad de los niveles de biomasa a la variación de M, lo que pone en evidencia la importancia de mejorar la estimación de este parámetro, y b) no poder aprovechar plenamente los datos de tamaño de las clases anuales, puesto que la clase de edad 4, en torno de la cual se determinó la edad crítica, se encuentra incompletamente reclutada a la pesquería.

4.5 La población en la comunidad y el ecosistema

- Características físicas del biotopo de la comunidad

La sardina habita la zona epipelágica del sistema de corrientes de Chile-Perú, el que es un conjunto de corrientes y contracorrientes superficiales y profundas, ubicado frente a Ecuador (Sur), Perú y Chile. Este sistema forma parte del giro anticiclónico del Pacífico Sur, cuyo límite austral es la "deriva del oeste", que choca con la costa de Chile aproximadamente a la latitud de 43°S, originando el sistema de corrientes arriba mencionado.

El sistema de corrientes de Chile-Perú constituye la rama oriental del giro anticiclónico, con flujos anchos y lentos hacia el Ecuador, formado por las ramas océanica y costera de la Corriente de Chile-Perú o Humboldt, separadas por una contracorriente que fluye en dirección sur.

La dinámica superficial del área es dominada por el centro permanente de alta persión del Pacífico Sur, cuya variabilidad, asociada con el concepto de Oscilación Sur, condiciona las características locales de la región.

Guillén (1983), entrega una detallada lista de referencias sobre descripciones de la oceanografía física de la región, a la cual se deben agregar los trabajos de Robles (1979).

En general, el área presenta gran variabilidad en sus características, siguendo rápidamente los cambios del sistema atmosférico, el que a veces condiciona la existencia de flujos fríos y surgencias que provocan una alta productividad; y otras veces de flujos cálidos, con invasión de aguas subtropicales y aguas ecuatoriales superficiales de baja productividad, tipificadas como el fenómeno "El Niño". Estas características determinan la distribución y abundancia de los recursos que en ella habitan, especialmente peces pelágicos neríticos, entre ellos la anchoveta y la sardina.

Los intensos procesos de surgencia característicos de los sistemas de margen oriental hacen de esta región una de las más productivas de todos los océanos. Si bien el proceso de surgencia ocurre a lo largo de toda la costa, es especialmente intenso en determinados lugares, como ser San Juan (15°S) y Coquimbo (30°S). Por otra parte, las áreas de Trujillo-Huarmey (8°-10°S) y Arica-Mejillones (18°-23°S), se caracterizan por los bajos niveles de sus índices de turbulencia y transporte de Ekman (Bakun y Parrish, 1982; Parrish et al., 1983). Ambas zonas corresponden a las áreas de desove más importantes de la sardina.

- Composición de especies de la comunidad

La comunidad de peces neríticos de la cual forma parte la sardina, está compuesta principalmente por la anchoveta, **Engraulis ringens**, el jurel, **Trachurus murphyi**, el bonito, **Sarda chiliensis** y la caballa, **Scomber japonicus**. Representantes de estos cuatro géneros forman un grupo característico de especies en los cuatro sistemas de margen oriental de los océanos.

- Interrelaciones de las poblaciones de las especies intergrantes del ecosistema

La sardina es planctófaga. Santander y Flores (1983) afirman que en estado adulto es preferentemente zooplanctófaga. Por otra parte, esta especie sirve de presa a varios predadores, vbg. bonito, **Sarda chiliensis**, palometa o dorado **Coryphaena hippurus**, caballa **Scomber japonicus**, jurel **Trachurus murphyi**, lobo marino **Otaria flavescens** y algunas aves como el pelícano **Pelecanus thagus**, el piquero **Sula variegata** y el cormorán **Phalacrocorax** sp. (Serra et al., 1979; Miñano y Castillo, 1971; Konchina, 1982; Fuentes, 1985).

- Cambios en los factores ambientales y su efecto en la población

Los cambios oceanográficos han demostrado ser determinantes en la distribución y abundancia de las especies de peces neríticos de la región y entre ellos, de la sardina. Las anomalías oceanográficas conocidas como el fenómeno "El Niño" son los cambios ambientales más evidentes que afectan la sardina, habiéndose documentado estos efectos en las secciones 2.3, 3.1.6 y 4.3.2

Por otra parte, se postula que cambios ambientales más sutiles y sistemáticos, pero no obstante desconocidos, han contribuido al cambio en abundancia de la población de sardinas desde un nivel bajo a uno más alto. El análisis de las magnitudes de las clases anuales (Fig.20) no revela diferencias en el efecto de condiciones cálidas o frías sobre la sobrevivencia de huevos y larvas de sardina. La información disponible para Chile muestra que la magnitud del reclutamiento proveniente de años definidos como cálidos (1972-73 y 1976) no es superiora aquellas provenientes de años fríos contíguos (1970-71, 1973-74, 1975) (Serra, 1986a).

5. EXPLOTACION

5.1 Equipos de pesca

5.1.1 Artes

En las pesquerías pelágicas ecuatorianas se utiliza sólo la red de cerco o de jareta. En la pesca de sardina se usan dos tamaños de redes en relación con el tamaño de las unidades pesqueras. Las redes para embarcaciones de mayor tonelaje, principalmente aquellas mayores de 35 toneladas de registro neto (TRN), tienen 360 brazas de longitud y 65 brazas de altura; las embarcaciones de menor tonelaje, menores de 35 TRN, tienen redes de 220 brazas de longitud y 35 brazas de altura. Los tamaños de malla son, respectivamente: 25 o 38 mm (1 o 1,5 pulgadas) y 25 mm (1 pulgada) (French y Menz, 1983; OLDEPESCA, 1984).

No se encontró información relativa a la evolución del tipo de artes de pesca durante el desarrollo de la pesquería, así como tampoco del uso del ecosonda u otros elementos para detectar los cardúmenes de sardina. Al respecto, sólo se señala que no tienen mayor aplicación en la flota ecuatoriana. No obstante, French y Menz (1983) indican que las capturas se realizan principalmente durante la noche, y en los períodos de obscuridad, es decir sin luna.

En Perú, la captura de peces pelágicos se efectúa fundamentalmente con el sistema de pesca de cerco, por las "flotas de consumo humano directo" (CHD) y de "consumo humano indirecto" (CHI). La flota de CHD emplea el boliche sardinero con abertura de malla de 38 mm (1,5 pulgadas); sus faenas se orientan principalmente a la explotación de sardina y anchoveta, cuya captura es destinada a la conservería, al congelado y a la harina; algunas de estas embarcaciones disponen de algún sistema de refrigeración. La flota de CHI emplea el boliche anchovetero con tamaño de malla de 13 mm (0,5 pulgadas); las faenas se orientan a la captura de anchoveta y sardina e incidentalmente a la de jurel y caballa, cuyo destino mayoritario es la elaboración de harina y aceite. Las redes tienen dimensiones de 220 a 400 brazas de largo y de 30 a 60 brazas de alto, en relación con el tonelaje de la embarcación.

La detección de cardúmenes se realiza mediante equipos hidroacústicos; durante las noches oscuras sin luna, los cardúmenes de sardina son fácilmente observados por la luminiscencia característica que producen en la superficie del mar.

En las pesquerías pelágicas chilenas se utiliza sólo la red de cerco. El tamaño de las redes guarda relación con aquel de las unidades pesqueras, siendo posible agruparlas en función de ellas. En la Tabla XV se muestran los valores promedios de la longitud total y altura de las redes utilizadas en la zona norte del país (ver punto 5.2).

Tabla XV

Tamaño de las redes utilizadas en 1985 en la pesquería del norte de Chile
(de Martínez et al., 1986)

Capacidad de bodega (m^3)	Tamaño de redes	
	longitud (m)	altura (m)
140	655	92
200	720	100
240-275	770	118
300	800	120
330-350	880	120
450	910	120
600	950	160

En las pesquerías pelágicas chilenas se utilizan redes de diferente tamaño de malla, medida entre nudos. En el norte se usa principalmente un tamaño de malla de 38 mm (1,5 pulgadas), no obstante el hecho que algunas embarcaciones usan todavía una red anchovetera, la que tiene un tamaño de malla de 13 mm (0,5 pulgadas). En la pesquería de Talcahuano se usa una red con tamaño de malla de 50 mm (2 pulgadas), lo que se explica porque la captura principal en esta pesquería está constituida por el jurel **Trachurus murphyi**, recurso que se localiza a mayor profundidad, lo que ha obligado a realizar modificaciones en las redes, a fin de alcanzar una mayor profundidad en el menor tiempo posible. Esto ha determinado que el tamaño de la red en sentido vertical sea mayor en Talcahuano que en el norte del país (Tabla XVI).

Tabla XVI

Tamaños de las redes de cerco usadas actualmente en la pesquería de Talcahuano en el centro-sur de Chile (de Böhm et al., 1986)

Capacidad de bodega (m^3)	Tamaño de redes	
	longitud (m)	altura (m)
140	567	120
200	680	132
240-275	796	135
330-350	885	140
400-450	933	147
500-550	997	150
600-650	1 061	155
700-750	1 070	160

Respecto de la operación de la red de cerco en Chile, se distingue el uso de cinco sistemas de pesca: cerco americano (sistema Marco), Petrel, Abas, Triplex, y una combinación de los sistemas Petrel y Marco. En la Figura 22 se muestra la distribución general del equipamiento de pesca de los diferentes sistemas. Al respecto se puede observar que el sistema americano (Marco) está constituído por un virador hidráulico de redes (power block), mediante el cual se vira la red del agua, facilitando su ordenamiento en la plataforma de adujado en la popa. El diseño de los componentes y el principio del sistema Petrel, de origen sudafricano, proviene del sistema noruego Abas, y no hay diferencias significativas entre estos dos sistemas. El sistema Triplex está formando por un cabrestante (winche) virador compuesto de tres rodillos y por un àdujador de red denominado "transport roller".

Estos sistemas combinados dieron origen a equipos híbridos, cuya configuración corresponde a un cabrestante virador, Petrel o Abas, manteniendo el virador hidráulico en reemplazo del adujador de la red o "net stacker". Los sistemas de pesca, y sea de origen noruego o sudafricano, se han instalado especialmente en las embarcaciones de mayor tamaño, lo que se relaciona con el mayor rendimiento de área disponible. En 1984, el 52% de la flota de la pesquería pelágica del norte de Chile usó el sistema americano, el 26% el sistema Petrel, el 8% el sistema Triplex y aquel modificado, y el 6% restante el sistema Abas (Martínez et al., 1985).

Las pesquerías pelágicas chilenas han sufrido cambios en las artes de pesca durante su desarrollo. Es posible afirmar en general que las capturas de sardina durante la década 60 (sólo en el norte del país) y hasta alrededor de 1978 en el norte y 1979 en Talcahuano, se realizaron exclusivamente con red anchovetera, la que tiene un tamaño de malla de 13 mm (Serra, 1986b; Serra y Zuleta, 1982).

La detección de los cardúmenes de sardina se realiza de manera visual y con equipos hidroacústicos, principalmente ecosondas. Al respecto, todas las embarcaciones poseen ecosondas y en el norte del país alrededor del 80% emplea sonares (Martínez et al., 1985), los cuales están dotados con registrador de papel y/o monitor, ya sea monocromático o en color. Durante los últimos años, la flota ha incrementado de manera notable la utilización del sonar.

No obstante lo anterior, en Chile la prospección aérea es el principal método de detección en la pesquería del norte y, en los últimos años, en aquella de Coquimbo. El avión permite localizar rápidamente las mejores zonas de pesca y dirigir hacia ellas las flotas. Colabora además guiando a los barcos hacia los cardúmenes y aún participando en la operación de pesca.

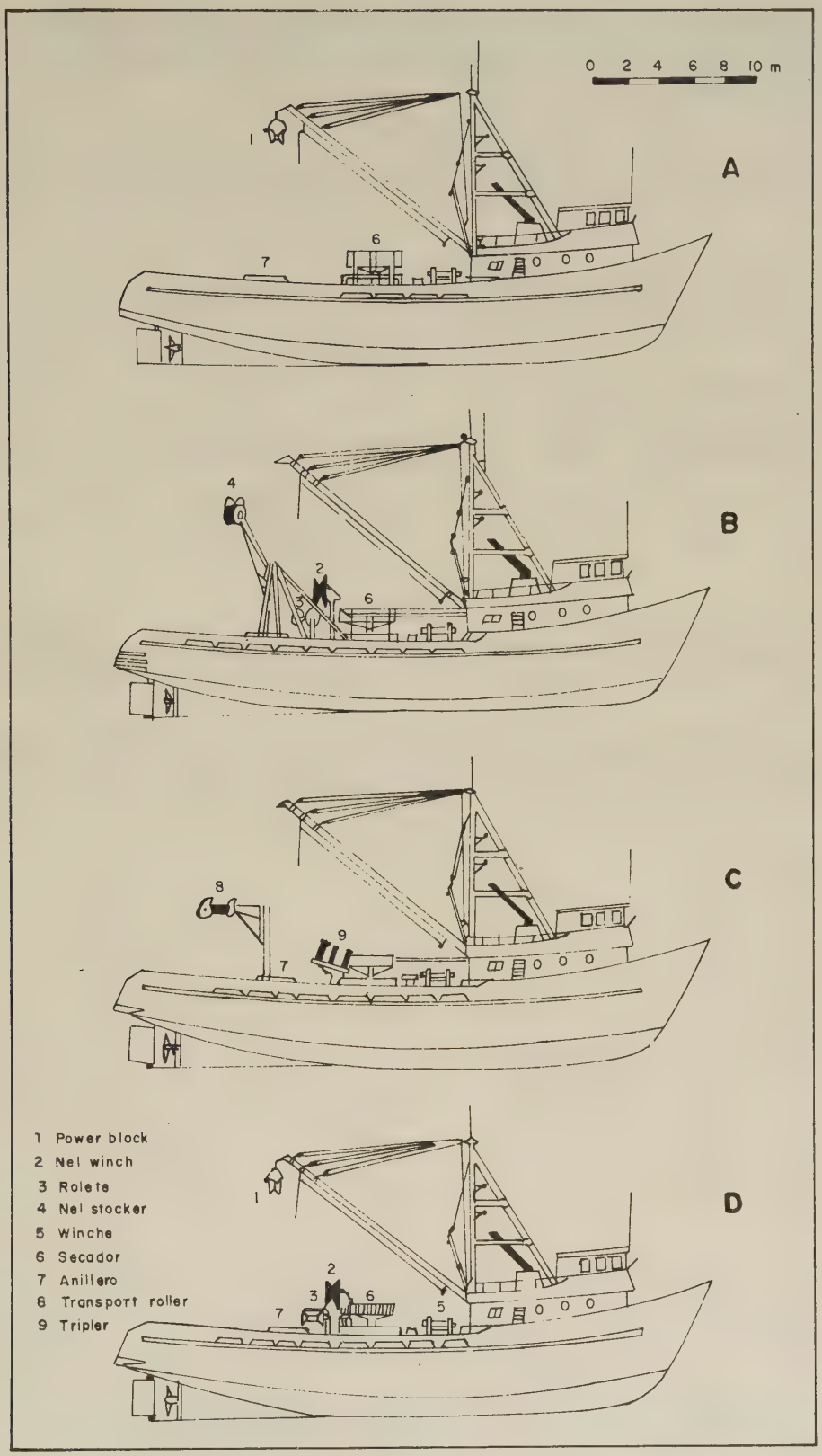


Fig.22 Equipos de pesca utilizados en la actividad cerquera industrial: Sistema (A): Marco; (B): Petrel o Abas; (C): Triplex y (D): Combinación Petrel o Abas - Marco (de Martínez et al., 1985)

5.1.2 Embarcaciones

La flota pesquera pelágica de Ecuador está conformada por unidades pesqueras de cerco, algunas de cuyas características se presentan en la Tabla XVII. El tamaño de estas embarcaciones varía de 2,3 a 600 toneladas de registro neto; del total de 202 embarcaciones registradas en 1981 y aún existentes, 184 se encuentran en operación (Maridueñas, 1986).

Tabla XVII

Algunas características técnicas de la flota sardinera de Ecuador durante 1981 (de French y Menz, 1983)

Clase	Nº Barcos	TRN	Material de construcción	Eslora media
1 (1-35 TRN)	110	1 609	madera	16,50 m
2 (36-70 TRN)	37	1 905	70% madera 30% acero	23,97 m
3 (71-105 TRN)	32	2 836	80% acero 20% madera	29,11 m
4 (> 105 TRN)	23	3 296	acero	36,46 m
Totales	202	9 646		

El crecimiento de la flota de Ecuador se muestra en la Fig.23. Este crecimiento se explica por el colapso de la pesquería de anchoveta en 1972-73 en Perú, el que dejó una gran capacidad de flota y plantas de reducción vacantes, las que fueron vendidas a bajo precio a Ecuador (Menz y French, 1982).

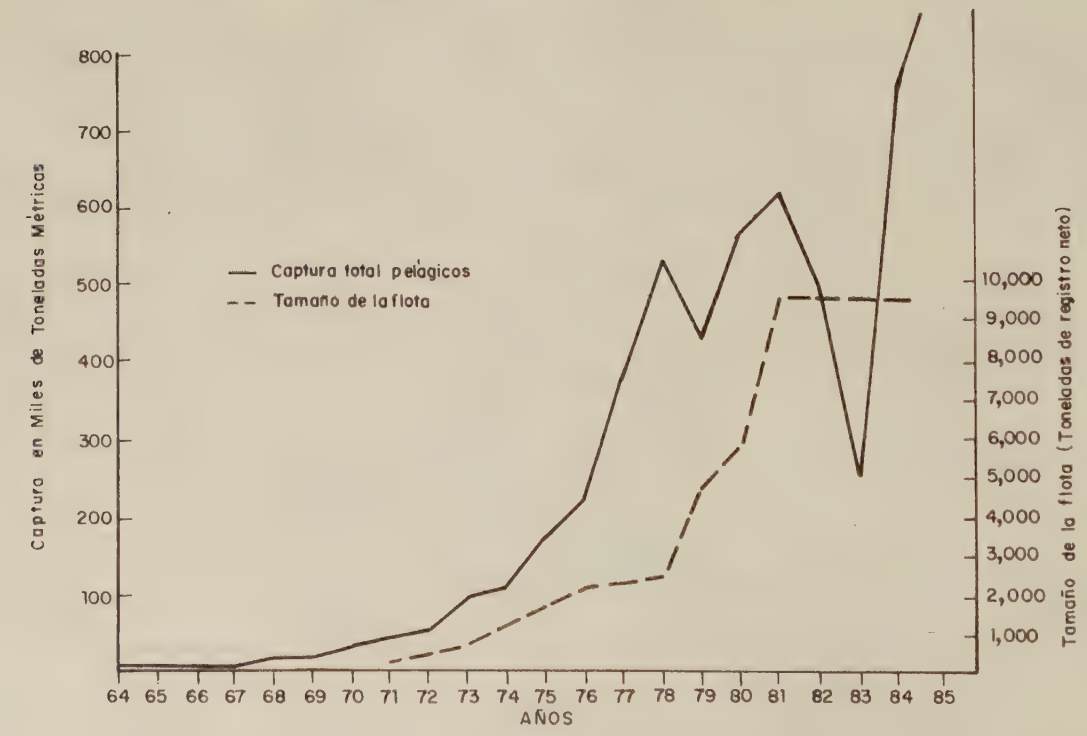


Fig.23 Crecimiento de la flota de cerco en Ecuador expresado en toneladas de registro neto y captura total de peces pelágicos (de Maridueñas, 1986)

La pesquería pelágica en Perú tuvo un vertiginoso auge en los años 1960-1972, dada la gran abundancia del recurso anchoveta que llegó a conformar una extensa infraestructura a nivel de plantas de procesamiento y flota pesquera para el consumo indirecto. La industria naval pesquera desempeñó un rol importante en el diseño y la construcción de embarcaciones pesqueras, llegándose a una producción de 1 750 embarcaciones con capacidad de bodegas de 90 a 350 ton.m., que dieron lugar a la instalación de 17 astilleros particulares y a la facilidad de insumos para la construcción de embarcaciones de diferentes tipos de material de cascos como madera, acero y fibra de vidrio; esta creciente flota pesquera demandó la construcción y operación de 11 varaderos y 3 diques flotantes que brindaron servicios de mantención preventiva y correctiva a la flota, desarrollándose por lo tanto una mano de obra calificada en todos sus aspectos. Dicha flota contó con los más modernos equipos de detección y de pesca, lo que sumado al apoyo de aviones en la búsqueda y orientación de la flota, configuró una pesquería de altísima eficiencia de extracción.

En 1972, el descenso de la biomasa de anchoveta dejó sobredimensionada y subutilizada una gran flota pesquera, prohibiéndose en 1973 la construcción de embarcaciones para la pesca de consumo humano indirecto y procediéndose al redimensionamiento de la flota; el excedente fué vendido a armadores privados, los que con 340 embarcaciones conformaron la flota de consumo humano directo.

Desde 1976 a la fecha, la flota de consumo humano indirecto (CHI)ha continuado disminuyendo hasta 315 unidades en 1985, 41 de las cuales se han transformado para consumo humano directo, 41 han sufrido pérdida total por siniestro y hundimiento, y 114 han sido exportadas, entre ellas 53 a Chile, 19 a Panamá, 11 a Méjico y 10 a Ecuador (entre 1980 y 1983), en su mayor parte embarcaciones de 270 y 350 t de capacidad de bodega.

En la acutalidad, la flota industrial pelágica en Perú está constituída por 312 embarcaciones de consumo humano directo (CHD) y 315 de consumo humano indirecto (CHI), (Tabla XVIII).

Tabla XVIII

Número de embarcaciones utilizadas en Perú en la captura industrial de especies pelágicas durante 1970-1985 (actualizado de Tsukayama y Santander, 1986)

Año	Número de embarcaciones	
	Consumo humano directo (CHD)	Consumo humano indirecto (CHI)
1970	130	1 499
1971	149	1 473
1972	352	1 399
1973	738	796
1975	672	785
1976	567	556
1977	630	513
1978	414	504
1979	241	484
1980	294	403
1981	310	366
1982	307	355
1983	243	344
1984	248	247
1985	312	315

Como se mencionó en la Sección 5.1.1, la flota de CHD destina su producción a la conservería y a la elaboración de harina y aceite, y en la actualidad está conformada por embarcaciones muy antiguas, con capacidad de bodega entre 100 y 180 t. Aquellas embarcaciones que se dedican exclusivamente a la pesca de sardina para conservería cuentan con sistemas de refrigeración; así en 1983, 145 de las 307 embarcaciones de CHD, recibieron, en adición al aislamiento de bodegas, el sistema denominado CSW (chilled sea water), consistente en la mezcla del pescado con agua enfriada y hielo en escamas, y en 11 embarcaciones se instaló el sistema de refrigeración denominado RSW (refrigerated sea water); estas últimas lograron los resultados más favorables a pesar del elevado costo de dichas inversiones. Las embarcaciones con RSW tuvieron originalmente entre 180 y 350 t de capacidad de bodega, pero como resultado del aislamiento de las bodegas y de la instalación de los sistemas de refrigeración, esta capacidad se redujo a 120 y 280 t, respectivamente.

La flota pesquera del Perú no ha sido renovada, ni tampoco ha sido modificada para elevar su eficiencia; su antigüedad es de 10 a 22 años, considerándose que de las 312 unidades de CHD existentes en 1985, sólo 212 se encuentran actualmente en buen estado de conservación, mientras que 46 se hallan en estado precario y 54 no son operativas. Similarmente, de las 315 unidades de CHI, sólo 233 pueden considerarse operativas. En la Tabla XIX se muestra la estructura de la flota operativa de consumo humano indirecto.

Tabla XIX

Flota operativa de consumo humano indirecto en Perú durante 1985, según año de construcción

Capacidad de bodega (ton.m.)	Año de construcción													Total	
	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	Embarcaciones	Capacidad bodega (ton.m.)
170				1										1	170
180	2	3	17	43	12	4	1							82	14 760
200				2	10	9		4						25	5 000
220				1	2	1								4	880
240					2	2	4	1						9	2 160
250				1										1	250
260						7	4							11	2 860
270							5	9	1					15	4 050
300					2		4	2						8	2 400
320							4			4		3		11	3 520
340						3	2	4	1					10	3 400
350						1	20	8	18	8			1	56	19 600
Total	2	3	17	48	28	27	44	28	20	12	-	3	1	233	59 050

Fuente: Ministerio de Pesquería, Perú.

Las flotas pesqueras en las diferentes unidades de pesquerías pelágicas en Chile están constituídas principalmente por barcos cerqueros del tipo U.S. Pacific Coast Seiner (Fig.21). Desde 1981 se han incorporado también embarcaciones de plantilla noruega, las que presentan la sobrestructura situada del centro a la popa. Detrás de esta sobrestructura disponen de un área destinada al adujado de la red, mientras que las bodegas y el equipamiento para la pesca se ubican del centro a la proa. El 92% de las flotas entre Arica y Coquimbo y el 74% de aquella de Talcahuano están conformadas por embarcaciones del prototipo U.S. Pacific Coast Seiner.

La cantidad de unidades pesqueras existentes en 1984 y 1985 en los diferentes puertos chilenos se muestra en la Tabla XX.

Tabla XX .

Número de unidades pesqueras de cerco existentes en Chile en 1984 y 1985
(de Martínez, et al., 1985, 1986; Mendieta et al, 1985; Böhm et al., 1986)

Año	Arica	Iquique	Antofagasta	Caldera	Coquimbo	Talcahuano
1984	57	86	25	14	19	69
1985	57	93	27	14	20	76

Los barcos que operan con base en Mejillones fueron incluídos en Antofagasta. En la unidad de pesquería de la zona norte (Arica a Antofagasta) operaron 168 y 177 embarcaciones en 1984 y 1985, respectivamente.

En general, el carácter de las pesquerías pelágicas en Chile es multiespecífico y ha sido secuencial en referencia al recurso dominante en la captura. El origen y el desarrollo de las pesquerías pelágicas del norte y de Talcahuano estuvieron sustentados por los recursos anchoveta y sardina común/anchoveta respectivamente. La sardina común corresponde a la especie **Clupea bentincki**. Cuando las capturas de sardina comenzaron a crecer debido al aumento en abundancia de esta especie en el norte a principios de la década 70 y a su posterior expansión geográfica desde Coquimbo al sur (Serra et al., 1979, Serra y Zuleta, 1982, Serra, 1983), éstas fueron realizadas con las flotas existentes en pesquerías ya desarrolladas. El tamaño de la flota en la pesquería de la zona norte alcanzó su nivel máximo en 1965 con 251 unidades, disminuyendo desde esa fecha hasta 1974, cuando alcanzó el nivel de 100 unidades. Luego ascendió gradualmente, alcanzando 177 unidades en 1985. Un proceso similar ocurrió en la pesquería de Talcahuano, donde la flota disminuyó hasta el nivel de 30 unidades en 1972, después de haber alcanzado su tamaño máximo (45 unidades) en 1969 (Serra, 1978). Posteriormente inició también un proceso gradual de crecimiento hasta alcanzar la cantidad de 76 unidades en 1985.

El tamaño de los barcos se mide por su capacidad de bodega expresada en metros cúbicos. En 1985. El tamaño de los barcos varió entre 50 y 720 m^3 en la pesquería de la zona norte; entre 130 y 509 m^3 en Coquimbo; y entre 100 y 730 m^3 en Talcahuano. La capacidad de bodega promedio en la zona norte es de 232 m^3; en Coquimbo, de 194 m^3 y en Talcahuano, de 286 m^3. Los tamaños más representados en función del número en la zona norte son los estratos de 140 a 149 m^3, 200 a 209 m^3 y 350 a 359 m^3; en Coquimbo el de 140 a 149 m^3; y en Talcahuano los de 140 a 149 y 270 a 279 m^3 (Martínez et al., 1986; Böhm et al., 1986).

5.2 Areas de pesca

La sardina se captura a lo largo de la costa occidental de Sudamérica, desde el Golfo de Guayaquil (Ecuador) hasta Talcahuano (36°S) en Chile.

En Ecuador, el área de la pesquería abarca desde 1°S hasta la frontera con Perú, pudiendo extenderse hasta 100 millas náuticas de la costa. Sin embargo, la pesca de sardina se realiza preferentemente en el área del Golfo de Guayaquil. Al inicio de la pesquería, cuando la flota estaba compuesta principalmente por embarcaciones menores a 35 TRN, la zona de pesca no se extendía más allá de 20 millas náuticas de la costa. Posteriormente, con el ingreso de embarcaciones de mayor tamaño, el radio de operación se amplió, realizando las embarcaciones mayores de 105 TRN operaciones de pesca hasta 170 millas náuticas de la costa. No obstante, las principales zonas de operación se extienden sólo hasta 80 millas (OLDEPESCA, 1984; Menz y French, 1982; French y Menz, 1983). Las zonas de mayor concentración de sardina se encuentran en el área del talud continental del Golfo de Guayaquil, entre 2° y 3°S y hasta aproximadamente 50 millas de la costa.

La pesca de sardina en Perú se efectúa a lo largo de todo el litoral, destacándose las zonas situadas frente a los puertos de Paita (5°S), Chimbote (9°S), Callao (12°S), Pisco (14°S) e Ilo (18°S), pero fundamentalmente las dos primeras, de donde en los últimos años (excepto durante "El Niño" 1982-83) ha provenido entre el 40 y 75% de la captura peruana de sardina y donde operan fundamentalmente las embarcaciones para consumo humano directo. Las faenas de pesca en el área norte se realizan principalmente en la franja costera de 60 millas, aunque ocasionalmente se extienden hasta 80 a 120 millas. En el sur, donde la plataforma es más estrecha, la pesca es más costera y no se extiende más allá de 30 millas; las embarcaciones que operan en esta área son por lo general aquellas de consumo humano indirecto. Las principales áreas de pesca de sardina frente a Perú reflejan los mayores centros de abundancia del recurso, indicados tanto por los cruceros de evaluación acústica, así como por aquellos de censimiento de huevos.

A lo largo de la costa en Chile se distinguen tres áreas principales de pesca: desde el límite con Perú hasta el sur de Antofagasta (24°S) (zona norte); Coquimbo, entre 29°15'S y 30°15'S; y Talcahuano, entre 36°10'S y 37°10'S. En estas áreas, que son las de mayor abundancia del recurso, se localizan las tres unidades de pesquerías pelágicas existentes en Chile, de las cuales la más importante es aquella de la zona norte. La pesca de la sardina en general es costera, obteniéndose las mayores capturas dentro de las 60 millas náuticas en la pesquería de la zona norte, la que sin embargo puede extenderse ocasionalmente hasta 130 millas de la costa. Frente a las áreas de Coquimbo y Talcahuano no sobrepasa las 50 millas náuticas de anchura. La amplitud vertical de la pesca está limitada por el arte en uso, la red de cerco.

Observaciones efectuadas en Perú durante las faenas de pesca indican que las mejores capturas de sardina se obtienen en las horas nocturnas (18:00 a 06:00 horas) cuando los cardúmenes ascienden a la superficie, ubicándose fundamentalmente en la columna de los primeros 50 m, en tanto que durante el día se localizan a mayores profundidades, principalmente entre los 100 y 250 m (Ñiquen, 1986; Flores, 1986; Saravia, 1986).

Sin embargo, durante períodos de intenso calentamiento de la superficie marina, como en el caso de "El Niño" de 1982-83, se observó en la zona peruana una muy escasa vulnerabilidad de la sardina a las artes cerqueras debida, entre otros factores, al decenso de los cardúmenes en la columna de agua (IMARPE, 1983; Tsukayama y Santander, 1986); estas observaciones son congruentes con los análisis efectuados relacionando la temperatura superficial con la distribución de cardúmenes durante cruceros hidroacústicos (Muck y Vilchez, 1986).

5.3 Temporada de pesca

En general, la sardina se captura durante todo el año en Ecuador, Perú y Chile. Sin embargo, se observan épocas de mayor captura no todas coincidentes a lo largo de la región.

En Ecuador, las capturas de sardina en los años 1981-84 han mostrado un marcado carácter estacional, siendo altas durante el primero y cuarto trimestres y bajas en el segundo; por el momento no puede excluirse la posibilidad de que ésto podría deberse a la influencia de "El Niño" de 1982-83 y es de esperar que la variabilidad disminuya cuando se disponga de una serie de datos más amplia que permita separar los años normales de aquellos influenciados por períodos "El Niño" (Menz, 1986).

Las capturas industriales de sardina en Perú no muestran una estacionalidad marcada, aún cuando en términos generales se aprecia algún incremento en los últimos meses del año que se prolonga a los primeros meses del siguiente año, y va seguido por un descenso en los meses del invierno austral, principalmente en las zonas del norte-centro, que es atribuible a la dispersión de cardúmenes en esos meses por efecto del enfriamiento de la superficie marina.

Esta ausencia de estacionalidad marcada podría ser sólo aparente, dado que la actividad extractiva viene siendo sometida a medidas administrativas de regulación, mediante cuotas de captura, racionalización de la flota y del esfuerzo de pesca e imposición de períodos de veda (Tsukayama, 1986). Sin embargo, las capturas de las embarcaciones artesanales que mantienen una actividad permanente en función de la disponibilidad de los recursos en aguas costeras, ha mostrado para el período 1971-81 que las mayores capturas se realizan de agosto a octubre en la zona de Paita (5^{o}S), de julio a agosto y de noviembre a marzo en Callao (12^{o}S); y en los meses de marzo y de agosto a octubre, en Ilo (18^{o}S) (OLDEPESCA, 1984a).

En Chile, las capturas de sardina presentan una estacionalidad más marcada. Tanto en la zona norte como en Coquimbo, la principal época de pesca se sitúa entre julio y octubre. Se observa que en el verano, en los meses de enero y febrero, se produce una segunda época principal de pesca (OLDEPESCA, 1984; Serra et al., 1979). En la zona de Talcahuano no se observa un patrón definido de estacionalidad (Mendieta et al., 1985). Una conclusión general es que en la zona norte y en Coquimbo, las mayores capturas se producen durante el segundo semestre de cada año.

Los dos períodos de máxima captura coinciden con las dos épocas principales de desove, correspondiendo también las respectivas intensidades, es decir, la época de mayor captura coincide con el desove principal (invierno-primavera) y el máximo secundario de la captura, con el desove de verano (Serra et al., 1979).

En Chile, el cambio más evidente en el patrón estacional de capturas ocurrió en 1983 en la zona norte. En ese año, y debido al intenso evento "El Niño" de 1982-83, las mayores capturas es obtuvieron durante el primer semestre. En años normales éstas se realizan durante el segundo semestre.

En 1984 se observó la ocurrencia de grandes capturas durante todo el año en la zona norte de Chile, las que se mantuvieron más elevadas hacia fines del año (octubre, noviembre y diciembre) que en años anteriores. Este cambio en la duración de la temporada se asoció con un desove inusitadamente intenso en ese año (ver 3.1.6).

5.4 Operaciones de pesca e intensidad

5.4.1 Esfuerzo e intensidad

En Ecuador, el esfuerzo de pesca se mide en términos de barco estándar-mes, obteniéndose Indices mensuales de captura por unidad de esfuerzo (c.p.u.e.) desde 1981 (Menz, 1986). Dicho autor menciona que las estimaciones de abundancia absoluta por métodos hidroacústicos en Ecuador revisten serios problemás debido a dificultades en la identificación de ecotrazos por especies y a la alta varianza de las estimaciones, dado el agrupamiento de cardúmenens en áreas restringidas y los frecuentes cambios en la distribución; por ésto, los valores de biomasa obtenidos por el método acústico se consideran como un buen indicador de la abundancia relativa, pero no de la abundancia absoluta, ya que esta última información debe ser complementada por los desembarques comerciales y los datos proporcionados por los patrones de pesca mediante las bitácoras. En la Fig.24 se muestra la captura por barco estándar-mes, según meses, para el período 1981-1984.

En la pesquería de cerco de Perú, dada la ya demostrada escasa confiabilidad de la c.p.u.e. para la medición de los cambios en abundancia de los peces pelágicos que se distribuyen en focos de altas densidades, la validez de este parámetro se restringe a los fines de proporcionar información sobre el desempeño de las embarcaciones y aspectos de rentabilidad de la pesca.

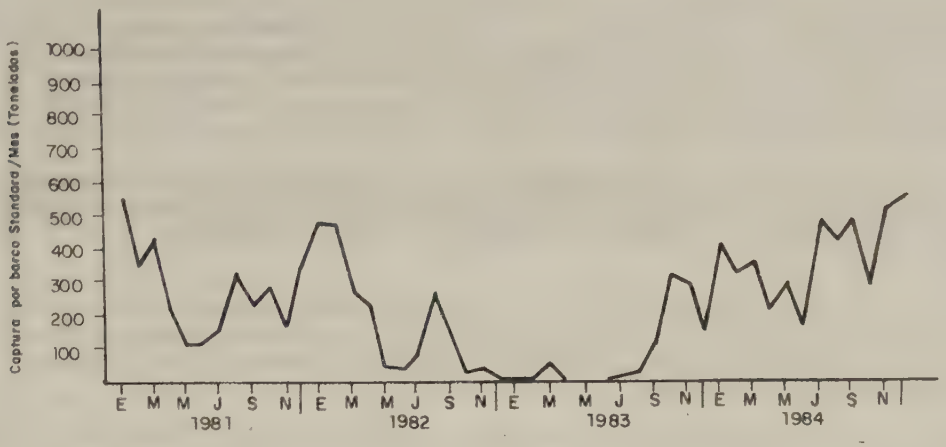


Fig.24 Captura de sardina por barco estándar/mes, en Ecuador (de Menz, 1986)

Al respecto, Mac Call (1983) señala en relación a la c.p.u.e. que "este índice tan popular no es a menudo sensible a los cambios en la abundancia real, especialmente en las pesquerías pelágicas de superficie (por ejemplo de Clupeidos), en las que tanto la distribución de la pesca como la de los peces no son aleatorios. Cuando los recursos disminuyen, las dimensiones de los cardúmenes pueden permanecer invariables y el área de distribución del recurso puede contraerse, mientras la abundancia en el centro permanece relativamente constante. En las pesquerías multiespecíficas, el esfuerzo nominal dirigido a una especie determinada se define a menudo como el esfuerzo que ha resultado en la captura de esa especie, lo que hace que la c.p.u.e. resulte insensible a los cambios en la abundancia real".

Por lo tanto, los cambios en la abundancia real de los recursos pelágicos en Perú son evaluados mediante reconocimientos hidroacústicos apoyados por pescas comprobatorias, así como mediante reconocimientos de huevos durante las épocas de desove principal para evaluar el potencial del stock de reproductores.

En ese contexto, las estimaciones de c.p.u.e. en términos de captura por capacidad de bodega-embarcación-mes, han sido calculadas separadamente para las flotas de consumo humano directo y de consumo humano indirecto, que utilizan redes con aberturas de mallas de 38 mm y 13 mm, respectivamente (Zuzunaga, 1985); los resultados se muestran en la Fig.25.

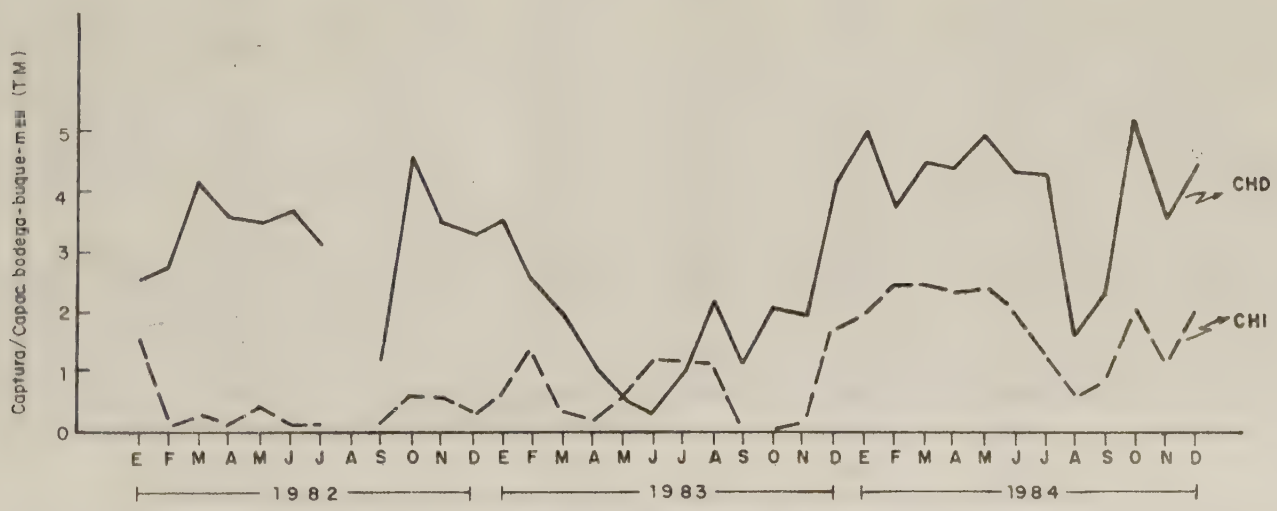


Fig.25 Captura de sardina por capacidad de bodega-barco-mes en Perú, para las flotas de consumo humano directo (CHD), y consumo humano indirecto (CHI) (de Zuzunaga, 1985)

En Chile, la información pesquera proviene del registro diario de la actividad desarrollada por cada unidad de pesca. El esfuerzo pesquero se mide en viajes y en días de pesca, existiendo diferentes procedimientos para su estimación. Al respecto, Serra y Zuleta (1982) señalan que en la zona norte el esfuerzo se refiere a una categoría de tamaño estándar de los barcos y que se expresa como el total de viajes estándar (TVE). El total de viajes (TV) se obtiene por la suma de los viajes con pesca (VCP) de sardina y los viajes sin pesca (VSP). La clase estándar de tamaño de los barcos está integrada por goletas de 130 a 179 m^3 de capacidad de bodega.

Por su parte, Martínez et al. (1985) señalan que en la pesquería pelágica no existe una marcada intencionalidad de pesca, por lo que el total de los viajes debe ser común para el análisis de cada especie y para el total, mientras que los viajes con pesca son asignados a la especie capturada. Ellos no estandarizan el esfuerzo para sardina.

Una tercera modalidad de estimación del esfuerzo pesquero fué utilizada por Yañez, Barbieri y Barra (1986). Para la pesquería pelágica de la zona norte ellos definen la midad de esfuerzo de pesca como "días de pesca" referidos a la categoría de barcos de 140 m^3 de capacidad de bodega. Sin embargo, estos autores no entregan información de esfuerzo pesquero.

La c.p.u.e. de la sardina de la zona norte de Chile ha sido analizada por Serra (1981) y Serra y Zuleta (1982). Los resultados actualizados (Chile, Subsecretaría de Pesca, 1984) se muestran en la Tabla XXI. Martínez et al. (1985) analizaron la captura por viaje de la sardina para Arica, Iquique y Antofagasta. Estos autores llaman también "índice de éxito de pesca" a la captura por viaje, y para su cálculo consideran el número total de viajes realizados por la flota, sin estandarizar. Los resultados se muestran en la Fig.26.

Tabla XXI

Viajes con pesca (VCP) de sardina, viajes sin pesca (VSP), total de viajes (TV), total de viajes estándar (TVE) y c.p.u.e. de la sardina de la zona norte de Chile. Fuente: Chile, Subsecretaría de Pesca, (1984b)

Año	VCP	VSP	TV	TVE	CPUE
1965	230	15 246	15 476	15 340	0,25
1966	793	14 095	14 888	16 111	1,55
1967	309	14 977	15 286	18 401	0,47
1968	124	10 258	10 382	11 097	0,34
1969	180	11 599	11 779	11 938	0,51
1970	350	11 837	12 187	10 834	1,28
1971	545	9 404	9 949	12 156	2,04
1972	335	7 936	8 271	9 758	1,11
1973	802	6 401	7 203	9 260	5,55
1974	3 855	8 973	12 828	13 904	12,19
1975	3 300	9 380	12 383	11 933	11,25
1976	5 100	9 932	15 038	17 283	16,22
1977	8 798	11 656	20 454	25 840	21,35
1978	8 074	8 956	17 030	21 060	32,88
1979	13 504	7 216	20 720	26 655	53,27
1980	15 001	8 419	23 420	32 140	49,96
1981	12 214	5 299	17 513	27 728	51,40
1982	12 406	3 764	16 170	25 943	64,10

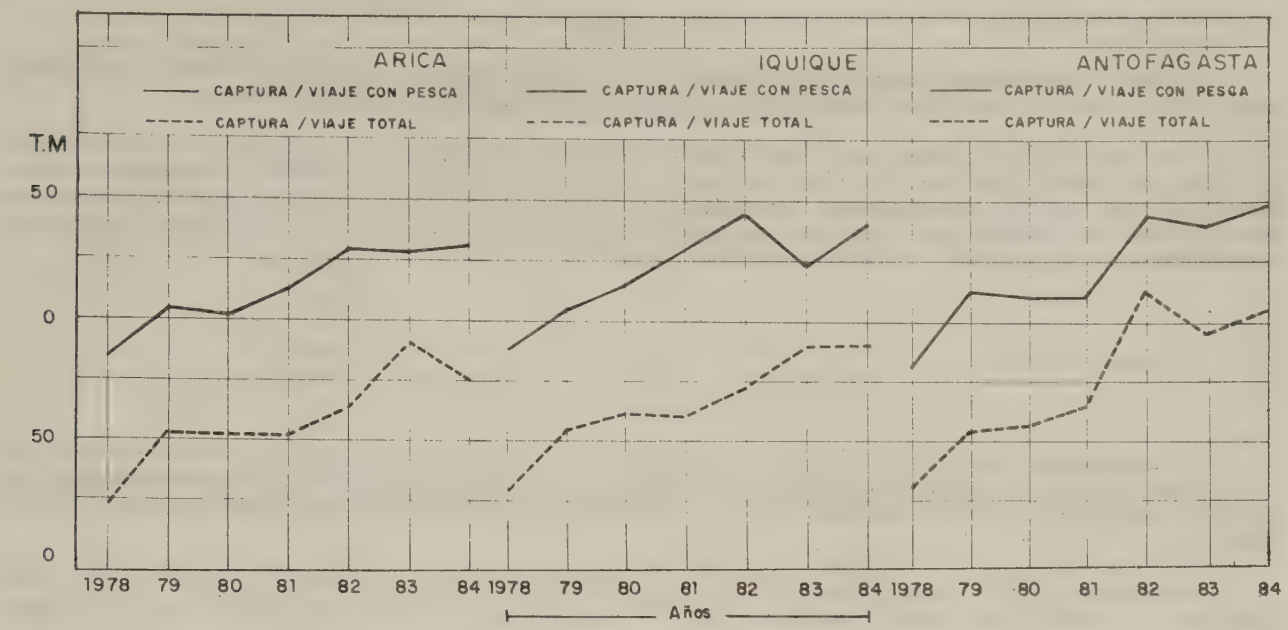


Fig.26 Captura en toneladas por viaje (sin estandarizar) de la sardina en las zonas de Arica, Iquique y Antofagasta del norte de Chile (de Martínez et al., 1985)

El total de viajes operativos realizados por las flotas de cerco en Chile entre la zona norte y Coquimbo se muestra en la Tabla XXII. Asímismo, el nivel del esfuerzo para la zona norte, expresado en unidades estándar referidas a la categoría de tamaño 140-179 m^3 de capacidad de bodega, según el procedimiento definido por Serra (1981) y actualizado a 1982 (Chile, Subsecretaría de Pesca, 1984b), se muestra en la Tabla XXI.

Tabla XXII

Total de viajes operativos realizados por las flotas cerqueras desde la frontera con Perú hasta Coquimbo, Chile (30^{o}S). Fuente: IFOP

Años	1981	1982	1983	1984	1985
Zona norte	24 714	22 341	26 498	25 470	24 151
Caldera	-	479	2 223	1 932	1 756
Coquimbo	2 962	3 436	4 161	3 954	3 441

Las pesquerías pelágicas de la zona norte, Coquimbo y Talcahuano en Chile, están sustentadas por un conjunto de especies, siendo las principales la sardina, la anchoveta y el jurel. El carácter multiespecífico de la pesquería está definido por el esfuerzo pesquero, el que está orientado al conjunto de las especies. No obstante lo anterior, otro aspecto del esfuerzo, como es su densodependencia, trae como consecuencia que los cambios en su magnitud y evolución tecnológica estén gobernados fundamentalmente por la especie dominante del sistema. En consecuencia, y no siendo la pesquería de sardina nueva en su orígen, sino que más bien una sucesión de etapas dentro de ella, el crecimiento del esfuerzo fué inducido por el crecimiento del recurso sardina en la zona norte y Coquimbo, donde alcanzó niveles de abundancia importantes.

5.4.2 Selectividad

En las pesquerías pelágicas de Perú, la flota que utiliza redes cerqueras con tamaño de malla de 38 mm o 1,5 pulgadas, captura fundamentalmente ejemplares adultos mayores de 20 a 22 cm; la flota que emplea redes de 13 mm o 0,5 pulgadas captura ejemplares de todas las tallas; no obstante, cuando la abundancia y/o disponibilidad de adultos es alta, los pescadores pueden ejercer una acción selectiva antes de lanzar las redes, orientando su captura hacia los peces más grandes; una selección también ocurre durante los períodos de vigencia de regulaciones de talla mínima.

La pesquería pelágica en Chile utiliza exclusivamente artes de pesca de cerco, en las cuales la selectividad puede operar tanto por selección de los cardúmenes como por ajustes en los tamaños de la malla.

En la Sección 5.1.1 se señaló que en las pesquerías pelágicas chilenas se reemplazaron las redes de cerco con malla anchovetera por otras con malla sardinera, cuyo tamaño de malla es mayor. El propósito de este cambio fué aumentar la vulnerabilidad de la sardina a la captura; sin embargo, como la pesquería está sustentada esencialmente por adultos, las redes no son selectivas para esos tamaños, por lo que no se observaron alteraciones en la composición de tallas en la captura de sardina.

5.4.3 Capturas

Los desembarques de sardina en el Pacífico sudoriental se han incrementado substancialmente después de la declinación del recurso anchoveta ocurrido en 1972, especie que hasta entonces dominó el ecosistema pelágico del Pacífico sudoriental, con desembarques máximos cercanos a los 13 millones de toneladas métricas en 1970 (Fig.27).

Hasta antes de 1970, las capturas de sardina en el Pacífico sudoriental no sobrepasaron las 15 t; en 1980 alcanzaron 3,5 millones de toneladas metrícas y en 1985 superaron las 6 millones de toneladas métricas (Tabla XXIII).

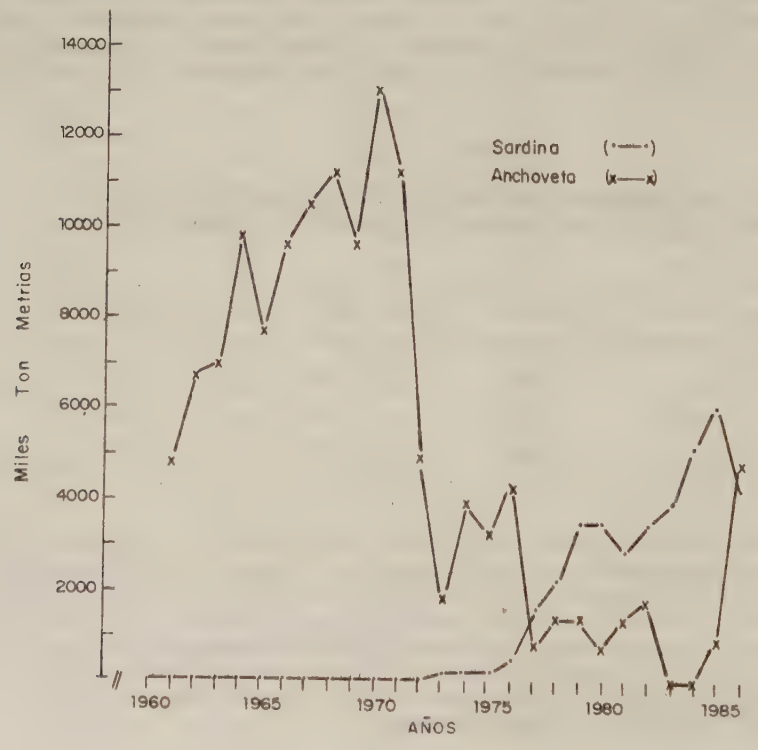


Fig.27 Desembarque anual de sardina, Sardinops sagax y anchoveta, Engraulis ringens en el Pacífico sudoriental, durante 1961 a 1986

Tabla XXIII

Desembarques anuales de sardina por países y totales para el Pacífico sudoriental (miles de toneladas métricas) 1961-1986

Año	(1) Ecuador	(2) Perú	(3) Chile	Total
1961	-	3	3	6
1962	-	3	6	9
1963	-	2	4	6
1964	-	10	5	15
1965	-	7	4	11
1966	-	2	10	12
1967	-	2	9	11
1968	-	2	4	6
1969	-	1	5	6
1970	-	1	11	11
1971	-	6	15	21
1972	-	6	10	16
1973	-	132	54	186
1974	-	73	208	281
1975	36	63	165	264
1976	23	175	327	525
1977	125	871	621	1 617
1978	234	1 285	733	2 252
1979	197	1 727	1 619	3 543
1980	250	1 480	1 773	3 503
1981	158	1 183	1 628	2 969
1982	185	1 510	1 780	3 475
1983	70	997	2 823	3 890
1984	373	2 570	2 572	5 515
1985	695	2 437	2 887	6 019
1986 (*)	477	1 352	2 473	4 272

(*) Cifras preliminares
(1) de OLDEPESCA, 1984; Instituto Nac. Pesca, Ecuador
(2) Ministerio de Pesquería, Instituto del Mar del Perú
(3) Anuario Estadístico del Servicio Nacional de Pesca, Chile

Los desembarques de Ecuador se realizan principalmente en el área desde el Golfo de Guayaquil hasta la frontera con Perú (French y Menz, 1983; Maridueñas, 1986). En Perú, los mayores desembarques se realizan en los puertos situados en el litoral norte. En Chile, los desembarques realizados hasta 1977 corresponden a las capturas obtenidas entre la frontera con Perú y Coquimbo (30°S) puesto que los desembarques al sur de esta localidad corresponden principalmente a sardina común (**Clupea bentincki**) y anchoveta, las que conformaban capturas mixtas referidas como sardina o anchoveta en los anuarios estadísticos. No obstante, la diferencia es mínima como puede apreciarse en la Tabla XXIV, puesto que no se capturaba sardina al sur de Coquimbo en años anteriores a 1974. En Chile, las capturas se refieren a zonas de pesca, distinguiéndose las siguentes:

Arica : 18°21' - 19°30'S
Iquique : 19°30' - 21°30'S
Antofagasta : 21°30' - 24°00'S
Caldera : 24°00' - 28°20'S
Coquimbo : 28°20' - 31°30'S
Talcahuano : 35°00' - 38°00'S

Tabla XXIV

Captura industrial de sardina por zonas a lo largo de la costa de Chile, en toneladas metrícas

Año	Arica	Iquique	Antofagasta	Caldera	Coquimbo	Talcahuano
1965	-	1 815	1 998	-	-	-
1966	17 024	1 169	6 752	-	-	-
1967	3 211	1 238	4 257	-	-	-
1968	718	214	2 866	-	-	-
1969	3 798	146	2 123	-	-	-
1970	4 228	4 432	5 231	-	-	-
1971	10 048	12 535	2 237	-	-	-
1972	5 149	381	5 301	-	1 422	-
1973	3 080	29 947	17 367	-	6 572	-
1974	58 570	90 854	20 040	-	15 179	1 670
1975	37 207	75 321	21 750	-	22 471	-
1976	65 412	170 652	44 223	-	31 268	-
1977	132 824	301 890	116 966	-	34 845	1 623
1978	237 293	357 470	97 626	5 727	36 303	1 570
1979	714 309	565 010	140 768	1 251	51 499	37 068
1980	592 816	757 589	255 642	19 937	38 986	72 327
1981	485 575	723 314	216 610	11 216	42 250	86 226
1982	443 866	880 041	339 347	19 380	49 211	7 697
1983	1 066 703	1 044 161	310 106	214 067	106 250	16 260
1984	523 561	1 072 372	693 172	154 369	52 456	66 381
1985	977 308	976 154	653 652	149 144	49 315	62 788

Fuente: IFOP

6. PROTECCION Y MANEJO

6.1 Medidas de regulación

6.1.1 Limitación o reducción de la captura total

Limitar la captura total consiste en regular la mortalidad por pesca, ya sea directamente estableciendo cuotas (anuales o estacionales) o indirectamente controlando el esfuerzo pesquero. Esto último puede hacerse limitando el acceso a la pesquería o la eficiencia de las unidades pesqueras.

En Chile, para 1982 se determinó una cuota de captura permisible de 1,3 millones de toneladas, la que posteriormente fué ampliada a 1,416 millones de toneladas. Esta medida fué determinada para la pesquería del norte, cuyos límites son la frontera con Perú y los 25°S. No se han establecido cuotas en los años siguientes.

En diciembre de 1985 y por un período de tres años, se estableció una limitación del esfuerzo pesquero, consistente en prohibir el ingreso de nuevas unidades pesqueras a las pesquerías de la zona norte (I y II Región de Chile) y de Talcahuano (VIII Región).

En Ecuador existen medidas de protección indirectas tales como la prohibición de establecer nuevas plantas de procesamiento de harina (OLDEPESCA, 1984).

En Perú se determinan cuotas de captura desde 1978 por estaciones de pesca o por períodos anuales, en relación con las biomasas estimadas y su estructura en tiempo real; asimismo se aplican regulaciones del esfuerzo de pesca mediante el establecimiento de turnos de salida de la flota.

6.1.2 Protección de partes de la población

En Chile se han establecido medidas de regulación para proteger a los juveniles de sardina a través de tallas mínimas y áreas de cría, así como el proceso de desove, a través de períodos de veda.

En 1981 se fijó la talla mínima de captura de sardina en 20 cm de longitud total, permitiéndose su extracción como fauna acompañante hasta en un 20% de cada desembarque. También se prohibió el uso de una red de cerco de altura superior a 20 brazas y con tamaño de malla igual o menor a 38 mm medida entre nudos, en la franja costera de 1 milla náutica medida desde la costa y entre 18°28'S y 25°S. Esta prohibición rigió durante el período comprendido entre el 1° de noviembre de cada año y el 31 de mayo del año siguiente. Su propósito fué proteger a los juveniles, puesto que la franja costera corresponde al área de cría de la sardina. Esta regulación sufrió varias modificaciones posteriormente, estableciéndose finalmente la prohibición de uso de artes de cerco de la características señaladas, entre los 18°28'S y 29°10'S. Se exceptúan de esta regulación las áreas de las bahías de Antofagasta (23°31'30"S - 23°38'30"S), del puerto de Chañaral (26°17'43"S - 70°40'32"W y 26°38'02"S - 70°42'30"W), Bahía Inglesa (27°05'S - 70°52'43"W y 27°06'45"S - 70°56'48"W), Bahía Salada (27°31'40"S - 70°54'30"W y 27°40'S - 71°02'15"W) y Bahía Huasco (28°25'S - 71°12'W y 28°27'S - 71°15'W). En estas áreas se prohibe el uso de artes de cerco y de arrastre. Desde 1983 también se han establecido vedas de pesca durante la época principal de desove, las que han tenido una duración variable.

En Perú se aplican medidas de protección al stock de desovantes mediante vedas durante el máximo de intensidad del desove; este máximo se determina mediante observaciones del proceso reproductivo en tiempo real, lo que permite aplicar acciones de manejo que consideren las diferencias, tanto entre zonas, así como dentro del amplio período de desove.

El stock de juveniles igualmente está sujeto a medidas de regulación, determinándose límites de tolerancia en los desembarques según zonas y épocas en función de la magnitud de la biomasa de estos juveniles en tiempo real.

Abbot, J.F., The marine fishes of Perú. Proc.Acad.Nat.Sci.Philad., 1899:324-64
1899

Aguayo, M. et al., Elaboración de claves edad-talla de sardina española, jurel, anchoveta y caballa para el año
1983 1982. Corporación de Fomento de la Producción (AP 83-33). Santiago, Chile, Instituto Fomento Pesquero, 84 p.

_____, Estado de situación de las pesquerías pelágicas 1983. Elaboración de claves Edad-talla de
n.d. sardina española y jurel para el año 1983. Corporación de Fomento de la Producción (AP 84-26). Santiago, Chile, Instituto Fomento Pesquero, 303 p.

Alarcón, V.H., Informe del estado del desove (desarrollo ovocitario) de la sardina y anchoveta durante el mes de
1986 setiembre mediante análisis histológico de gonadas. Callao, Perú, Instituto del Mar del Perú (MS)

Alarcón V.H., S.R. Goldberg y J. Alheit, Histología de folículos post-ovulatorios de la sardina (Sardinops sagax)
1984 del Perú. Bol.Inst.Mar Perú, Callao, 8(1):1-15

Alegre, B. y J. Alheit, Un nuevo método para la determinación de la fecundidad de la sardina peruana (Sardinops
1986 sagax). Bol.Inst.Mar Perú, Callao, 10(3):61-90

Alverson, F.G. y B.M. Shimada, Estudio de la pesquería de peces de carnada para el atún en el Pacífico
1957 oriental, con particular referencia a la anchoveta (Cetengraulis mysticetus). Bull.ATTC/Bol. CIAT, 2(2):62-79

Bakun, A. y R.H. Parrish, Turbulence, transport and pelagic fish in the California and Perú Current systems.
1982 Rep.CCOFI, (23):99-112

Balbontín, F. y M. Garretón, Desove y primeras fases de desarrollo de la sardina española, Sardinops sagax
1977 musica, en Valparaíso. Rev.Biol.Mar., Valparaíso, 16(2):171-81

Barber, R.T., F. Chávez y J. Kogelschatz, Biological effects of El Niño. In Ciencia, tecnología y agresión
1985 ambiental: el fenómeno El Niño. Lima, Perú, Cosejo Nacional de Ciencias y Tecnología (CONCYTEC)

Bernal, P.A., F.L. Robles y O. Rojas, Variabilidad física y biológica en la región meridional del sistema de
1983 corrientes Chile-Perú. FAO Fish.Rep./FAO Inf.Pesca, (291)Vol.3:683-711

Böhm, D., et al., Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales pelágicas de la zona centro-sur. I.
1986 Estado de situación del recurso. Corporación de Fomento de la Producción. Santiago, Chile, Instituto Fomento Pesquero, 142 p.

Burd, A., Some considerations on the exploitation of the Peruvian sardine stock. Callao, Instituto del Mar del
1982 Perú (MS)

Butler, J.L. y B. Rojas de Mendiola, Growth of larval sardines off Perú. Rep.CCOFI, (26):113-8
1985

Cañon, J.R., La variabilidad ambiental en la zona Norte de Chile y su influencia en la pesquería pelágica
1985 durante El Niño 1982-83. Invest.Pesq., Chile, 32:119-28

Cárdenas, G., Estudios de la edad y crecimiento de sardina Sardinops sagax sagax de la región central del Perú.
1987 Bol.Inst.Mar Perú, Callao, 11(3):118-45

Cárdenas, G. y J. Mendo, Preliminary length-based growth parameter estimates of Peruvian sardine (Sardinops
1985 sagax sagax). ICLARM Fishbyte, 3(3):10-2

Castillo, G., et al., Larval growth rates of the Pacific sardine Sardinops sagax off central Chile, determined by
1985 daily ring counts in otoliths. Biol.Pesq.Chile, 14:3-10

Chapman, D.G. y D.S. Robson, The analysis of a catch curve. Biometrics, 16:354-68
1960

Chile, Subsecretaria de Pesca, Antecedentes biológico-pesqueros de la sardina (Sardinops sagax) de la zona
1983 Norte. Informe técnico. Santiago, Chile, Comisión Técnica Consultiva de Rescursos Pelágicos, Subsecretaría de Pesca, 41 p.

Chile, Subsecretaría de Pesca, Análisis de la pesquería pelágica de la zona Norte. Informe técnico. Santiago,
1984 Subsecretaría de Pesca, 41 p.

Chirichigno, N., 1974 Clave para identificar los peces marinos del Perú. Inf.Inst.Mar Perú, Callao, (44):388 p.

Chirichigno, N., W. Fischer y C.E. Nauen (comps), 1982 INFOPESCA. Catálogo de especies marinas de interés económico actual o potencial para América Latina. Parte 2. Pacífico Centro y Suroriental. Roma, FAO/PNUD, SIC/82/2:588 p.

CORFO, 1980 Catálogo de recursos pesqueros de Chile. Santiago, Chile, Instituto de Fomento Pesquero

De Buen, F., 1935 Fauna ictiológica. Catálogo de los peces ibéricos de la planicie continental, aguas dulces, pelágicos y de los abismos próximos. Notas Inst.Esp.Oceanogr., (88):88 p.

_____, 1957 Pelgic fishes and oceanographic conditions along the northern and central coast of Chile. In Proceedings of the Unesco Symposium on physical oceanography. Tokyo, 1955. Paris, Unesco, pp. 153-5

_____, 1958 Peces de la superfamilia Clupeoidei en aguas de Chile. Rev.Biol.Mar., Valparaíso, 8(1-3):83-110

_____, 1960 La sardina y sardina española (Sardinops sagax) en la costa sur de América del Océano Pacífico (Chile, Perú e Islas Galapagos). En Proceedings of the World Scientific Meeting on the biology of sardines and related species. Roma, Italy, 14-21 September 1959. Vol.2. Species synopsis. Subject synopsis, editado por H. Rosa Jr y G, Murphy. Roma, FAO, Vol.2:265-86. Publicado también como FAO Fish.Biol.Synop., (13)

Dioses, T., 1985 Influencia del fenómeno "El Niño" 1982-83 en el peso total individual de los peces pelágicos: sardina, jurel y caballa. Bol.Inst.Mar Perú, Callao, Vol. extraordinario:129-34

Everman, B.W. y L. Radcliffe, 1917 The fishes of the west of Perú and the Titicaca Basin. Bull.U.S.Natl.Mus., (95):166 p.

Flores, L.A., 1986 Informe sobre las actividades biológico-pesqueras a bordo de la motonave pesquera cubana "Río Damuji", del 24 Febrero al 5 Abril 1986. Instituto Mar de Perú, Callao, 23 p. más anexos (MS)

Fowler, H.W., 1926 Fishes from Florida, Brazil, Bolivia, Argentina and Chile. Proc.Acad.Nat.Sci.Philad., 78:249-85

_____, 1940 Fishes obtained in Chile by Mr. D.S. Bulloc. Proc.Acad.Nat.Sci.Philad., 92:171-90

_____, 1941 The fishes of the groups Elasmobranchii, Holocephali, Isospondyli and Ostariophysi obtained by the United States Steamer "Albatross" in 1907 to 1910, chiefly in the Philippine Islands and adjacent seas. Bull.U.S.Natl.Mus., 100(13):879

_____, 1944 Fishes of Chile, Systematic catalog. Parte 2. Rev.Chilena Hist.Nat., 46-47:15-343

_____, 1945 Los peces del Perú. Catálogo sistemático de los peces que habitan en aguas peruanas. Lima, Museo de Historia Natural Javier Prado, 298 p.

French, S. y A. Menz, 1983 La pesquería para peces pelágicos en el Ecuador y la distribución de las capturas en relación con factores ambientales. Rev.Com.Perm.Pacíf.Sur, (13):65-82

Fuentes, H., 1985 Las aves marinas en la zona Sur de Perú en marzo de 1984. En Anales del 1er. Congreso Nacional de biología pesquera. Editado por A. Tresierra. Trujillo, Perú, Colegio de Biólogos, Regional del Norte, pp. 75-7

García, M.L., 1983 Variabilidad en la distribución y abundancia de huevos y larvas de macarela (Scomber japonicus peruanus) y de algunos clupeidos en aguas ecuatorianas. FAO Fish.Rep./FAO Inf.Pesca, (291)Vol.2:151-78

Girard, C., 1854 Abstract of a report to Lieut.Jas. M. Gilliss, U.S.N. upon the fishes collected during the U.S.N. Astronomical expedition to Chile. Proc.Acad.Nat.Sci.Philad., 7(1854-1855):197-9

Grove, J., S. Massay y S. García, 1984 Peces de la Isla Galápagos. Bol.Cient.Tec.Inst.Nac.Pesca, Guayaquil, 7(2):1-157

Guillén, O., 1983 Condiciones oceanográficas y sus fluctuaciones en el Pacífico Sur-oriental. FAO Fish.Rep./FAO Inf.Pesca, (291)Vol.3:607-38

Guzmán, O. et al., 1986 Biomasa y su distribución en el espacio y tiempo, Chile. OLDEPESCA Doc.Pesca, (1):119-29

Hildebrand, S.F., 1946 A descriptive catalog of the shore fishes of Perú. Bull.U.S.Natl.Mus., (189):530 p.

Hubbs, C.L., 1929 The generic relationships and nomenclature of the California sardine. Proc.Calif.Acad.Sci., 18(11):261-5

Hunter, J.R. y S.R. Goldberg, 1980 Spawning incidence and batch fecundity in northern anchovy, Engraulis mordax. Fish.Bull.NOAA/NMFS, 77(3):641-52

IFOP, 1985 Cuantificación acústica de recursos pelágicos en las zonas Arica-Antofagasta y Huasco-Los Vilos. Programa de investigaciones pesqueras de recursos pelágicos, zona Norte. Santiago, Chile, Instituto de Fomento Pesquero, 23 p.

IMARPE, 1979 Situación de los recursos anchoveta, sardina, jurel y caballa a Mayo de 1979. Callao, Instituto del Mar del Perú (MS)

_____, 1980 Informe de evaluación de los recursos pesqueros anchoveta, sardina, jurel y caballa a Julio 1980. In.Inst.Mar Perú, Callao, (78):24 p. más anexos

_____, 1981 Informe sobre la situación de los recursos pelágicos a principios de 1981 y las proyecciones de pesca. Instituto del Mar del Perú (MS)

_____, 1983 Informe de evaluación de los recursos pelágicos en base al crucero BIC "Humboldt" de Marzo-Mayo 1983. Callao, Instituto del Mar del Perú, 45 p. (MS)

_____, 1984 Resultados de la evaluación de recursos pelágicos en base al crucero del BIC "Humboldt" de Setiembre-Diciembre 1983 y Capturas permisibles para 1984. Callao, Instituto del Mar del Perú, 48 p. (MS)

_____, 1984a Diagnóstico de la situación de los principales recursos pelágicos. Crucero BIC "Humboldt" y "SNP-1", de Junio-Setiembre 1984. Callao, Instituto del Mar del Perú, 21 p. más anexos (MS)

_____, 1985 Evaluación de la población de desovantes de sardina y situación biológica de la anchoveta, jurel y caballa, Crucero "Humboldt" 8502 y operación en bolicheras. Feb.-Mar. 1985. Callao, Instituto del Mar del Perú, 27 p. más anexos (MS)

_____, 1985a Sumario Ejecutivo. Diagnóstico actualizado de los recursos pelágicos y capturas permisibles para el período Junio-Diciembre 1985. Callao, Instituto del Mar del Perú, 7 p. más anexos (MS)

_____, 1985b Sumario Ejecutivo. Evaluación de las poblaciones desovantes de anchoveta y sardina por el método de producción de huevos. Crucero BIC "Humboldt" 8508-09 y bolicheras. Callao, Instituto del Mar del Perú, 10 p. más anexos (MS)

_____, 1986 Informe del crucero BIC "SNP-1" 8604-05 frontera Norte-Callao y diagnóstico de la situación de los recursos pelágicos a Mayo de 1986. Ser.Inf.Espec.Inst.Mar Perú, Callao, (IM-193):23 p. más anexos

_____, 1986a Notas sobre el seguimiento del proceso reproductivo de anchoveta y sardina en 1986. Callao, Instituto del Mar del Perú, 4 p. más anexos (MS)

_____, 1986b Nota complementaria sobre el desove de anchoveta y sardina al 6 de Agosto de 1986. Callao, Instituto del Mar del Perú, 3 p. más anexos (MS)

Instituto del Mar de Perú, 1983 Taller de dinámica de poblaciones. 5 al 19 de Diciembre, 1983. Evaluación de los recursos sardina, jurel y caballa en el Pacífico Suroriental. Lima, Perú, Proyecto SELA/BID, 72 p. más anexos

Jenyns, L., 1842 Fishes. In The zoology of the voyage of the H.M.S. Beagle, during the years 1832 to 1836. Part.4, edited by C.W. Darwin. London, Smith Elder

Johannesson, K. y R. Vilchez, 1981 Note on hidroacustic observations of changes in distribution and abundance of some common pelagic fish species in the coastal waters of Peru, with special emphasis on anchoveta. IOC Workshop Rep., (28):287-323

Jordán, R., J. Csirke y I. Tsukayama, Situación de los recursos anchoveta, sardina, jurel y caballa a junio de 1978. 1978. Inf.Inst.Mar Perú, Callao, (56):1-34

Kawasaki, T., Why do some pelagic fishes have wide fluctuations in their numbers? Biological basis of 1983 fluctuations from the widepoint of evolutionary ecology. FAO Fish.Rep./FAO Inf.Pesca, (291)Vol.3:1065-80

Koepcke, H.W., Peces comúnes de la costa peruana. Ser.Divulg.Cient.Minist.Agric., Lima, (6):121 p. 1955

Konchina, Y.V., Feeding of the Pacific mackerel, Scomber japonicus (Scombridae), near the Peruvian coast. 1982 J.Ichthyol., 22(6):102-11

Lo, N., J. Alheit y B. Alegre, Fecundidad parcial de la sardina peruana (Sardinops sagax). Bol.Inst.Mar Perú, 1986 Callao, 10(2):46-60

MacCall, A., Informe del Grupo de Trabajo sobre investigación y monitoreo de recursos. FAO Fish.Rep./FAO 1983 Inf.Pesca, (291)Vol.1:9-42

Majluf, P., Comportamiento del lobo fino de Sudamérica (Arctocephalus australis) en Punta San Juan, Perú 1985 durante El Niño 1982-83. En El Niño, su impacto en la fauna marina, editado por W. Arntz, A. Landa y J. Tarazona. Bol.Inst.Mar Perú, Callao, Vol.extraordinario:187-93

Maridueñas, L., Situación actual de la industria pesquera pelágica ecuatoriana y su incidencia en el desarrollo 1986 del Pacífico Suroriental. En Tercer encuentro pesquero de la zona Norte de Chile. Iquique, Chile, Universidad Arturo Prat (MS)

Martínez, C., et al., Análisis de las pesquerías-1982. Corporación de Fomento de la Producción (AP-85-39). 1983 Santiago, Chile, Instituto de Fomento Pesquero, 133 p. más anexos

_____, Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales pelágicas, zona Norte. I. Estado de 1985 situación del recurso. Corporación de Fomento de la Producción (AP 85-39). Santiago, Chile, Instituto de Fomento Pesquero, 179 p. más anexos

_____, Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales pelágicas zona Norte (I-IV Región) 1985. I. 1986 Estado de situación del recurso. Corporación de Fomento de la Producción. Santiago, Chile, Instituto de Fomento Pesquero, 258 p. más anexos

Mendieta, J., et al., Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales pelágicas zona centro-sur. I. Estado 1985 de situación del recurso. Corporación de Fomento de la Producción (AP 85-40). Santiago, Chile, Instituto de Fomento Pesquero, 103 p. plus anexos

Mejía, J., Contribución al conocimiento de la biología y pesquería de la sardina (Sardinops sagax sagax Jenyns) 1976 en el Perú. Tesis para optar el grado de Doctor. Lima, Perú, Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Menz, A., Patrones de captura y tendencias. Ecuador. OLDEPESCA Doc. Pesca, (1):57-9 1986

Menz, A. y S. French, The fishery for small pelagic fishes off the coast of Ecuador: its development and 1982 investigation. En Segundo Seminario Taller. Bases biológicas para el uso y manejo de recursos naturales renovables: recursos biológicos marinos, editado por J.C. Castilla. Monogr.Biol., 2:2-17

Miñano, J. y J. Castillo, Primeros resultados de la investigación biológica pesquera de la caballa Scomber 1976 japonicus peruanus. Inf.Espec.Inst.Mar Perú, Callao, (IM-84):39 p.

Muck. P. y R. vilchez, Biomasa y su distribución en el espacio y tiempo: Perú. OLDEPESCA Doc.Pesca, 1986 (1):110-9

Muck, P., B. Rojas de Mendiola y E. Antonietti, Preliminary studies on the comparative feeding of larval anchovy 1984 (Engraulis ringens) and sardine (Sardinops sagax sagax, H.). Documento presentado al Simposio, Early life history of larval fish. Vancouver, Canadá, Mayo, 1984 (mimeo)

Mujica, A., O. Rojas y A. Araniz, Aspectos reproductivos de la sardina española (Sardinops sagax Jenys) en la 1985 zona Norte de Chile y su variación durante el fenómeno El Niño 1982-83. Invest.Pesq., Chile, 32:153-60

Ñiquen, M., 1986 Informe de la campaña de pesca de la motonave pesquera cubana "Río Damuji" del 26 de diciembre 1985 de 15 de febrero 1986. Callao, Instituto del Mar del Perú, 53 p. (MS)

ODEPESCA, 1984 Informe regional final. Proyecto evaluación de los recursos sardina, jurel y caballa en el Pacífico Suroriental. Cooperación técnica No. ATN/SF - 2001-Re, SELA-BID. VII Reunión del Grupo Técnico Científico, Callao, Perú, 28 de mayo-16 de junio, 1984. Lima, Perú, OLDEPESCA, 183 p. más anexos

Ortiz, J., 1982 Análisis del contenido estomacal de sardina Sardinops sagax sagax de la zona de Chimbote, Perú, de Julio 1980 a Junio 1981. Callao, Instituto del Mar del Perú, 9 p. más anexos

Parrish, R.H., et al., 1983 Comparative climatology of selected environmental processes in relation to eastern boundary current pelagic fish reproduction. FAO Fish.Rep./FAO Inf.Pesca, (291)Vol.3:731-77

Pauly, D., 1980 On the interrelationship between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stocks. J.Cons.CIEM, 39(2):175:92

Peña, N., 1983 Estimación del tamaño de primera madurez sexual de la sardina peruana, Sardinops sagax sagax (J.). En Taller de dinámica de poblaciones. Guayaquil, Ecuador, 5-17 Diciembre, 1983. Callao, Instituto del Mar Perú

Retamales, R. y L. Gonzales, 1983 Fecundidad de sardina española (Sardinops sagax sagax musica). Corporación de Fomento de la Producción. Santiago, Chile, Instituto de Fomento Pesquero, 27 p.

Ricker, W.E., 1975 Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bull.Fish.Res.Board Can., (191):382 p.

Rikhter, V.A. y V.N. Evanov, 1976 On one of the approaches to estimation of natural mortality of fish population. ICNAF Restricted doc. Serial No. (3777):12 p.

Robles, F., 1979 Water masses and circulation in the south-east Pacific and the El Niño event. Ph.D. dissertation, Department of Oceanography, University of Wales, UK, 2 vols:175 y 156 p.

Roff, D.A., 1984 The evolution of life history parametes in Teleosts. Can.J.fish.Aquat.Sci., 41(6):989-1000

Rojas, O. y A. Mujica, 1981 Determinación de las áreas de desove, prereclutamiento y estimación de la abundancia relativa de huevos y larvas de peces pelágicos de importancia económica. Informe de Proyecto a Subsecretaría de Pesca. Santiago, Chile, Instituto de Fomento Pesquero, 82 p. más anexos

Saez, P.R., 1980 Estudio sistemático de la sardina española, Sardinops sagax sagax (Jenyns, 1842) de la zona Norte de Chile

Salazar, C. et al., 1984 Evaluación del recurso sardina española (Sardinops sagax musica) de la Zona Norte de Chile, por Análisis de Población Virtual. Invest.Pesq., Chile, 31:3-16

Saldaña, Y., 1983 Estudio preliminar de la estimación de la edad y crecimiento de Sardinops sagax sagax (Jenys). Rev.Cienc.Mar.Limnol., Guayoguil, 2(1):97-108

Samamé, M., 1977 Determinación de la edad y crecimiento de la sardina Sardinops sagax sagax (J.). Bol.Inst.Mar Perú, Callao, 3(3):95-112

Sameoto, D., 1981 Distribution and abundance of six species of fish larvae in Peruvian waters and their relationship with the physical and biological environment. Bol.Inst.Mar Perú, Callao, Vol.extraordinario:171-9

Sánchez, G. y P. Muck, 1982/83. La situación alimentaria del jurel (Trachurus murphyi) en un año normal y en El Niño Bol.Inst.Mar Perú, Callao (en prensa)

Sánchez, G., A. Alamo y H. Fuentes, 1985 Alteraciones en la dieta alimenticia de algunos peces comerciales por efecto del fenómeno El Niño. En El Niño, su impacto en la fauna marina editado por W. Arntz, A. Landa y J. Tarazona. Bol.Inst.Mar Perú, Callao, Vol.I Extraordinario:135-42

Sandoval de Castillo, O., 1979 Distribución y variación estacional de larvas de peces en la costa peruana. Inf.Inst.Mar Perú, Callao, (63):1-32

Santander, H. y R. Flores, 1983 Los desoves y distribución larval de cuatro especies pelágicas y sus relaciones con las variaciones del ambiente marino frente al Perú. FAO Fish.Rep./FAO Inf.Pesca, (291)Vol.3:835-67

Santander, H. y O. Sandoval de Castillo, 1983 Variaciones en la intensidad del desove de sardina Sardinops sagax sagax (J.) en la costa peruana en los años 1966-1973. Bol.Inst.Mar Perú, Callao, 3(3):73-94

Santander, H. y I. Tsukayama, 1984 The anchoveta and sardine and some events associated with recruitment. IOC Workshop Rep., (33)Annex 4:11-4

Santander, H. et al., 1983 Egg mortality of the peruvian anchovy (Engraulis ringens) caused by cannibalism and predation by sardines (Sardinops sagax). FAO Fish.Rep./FAO Inf.Pesca, (291)Vol.3:1011-25

Saravia, B., 1986 Informe de la campaña de pesca de la motonave pesquera cubana "Río Damuji", del 25 mayo al 25 junio 1986. Callao, Instituto del Mar del Perú, 14 p. más anexos

Serra, R., 1976 Escalas de madurez sexual para sardina española Sardinops sagax musica y jurel Trachurus murphyi. Invest.Pesq.Inst.Fom.Pesq., Chile, (24):20 p.

_____, 1978 La pesquería de sardina común (Clupea (Strangomera) bentincki) y anchoveta (Engraulis ringens) de Talcahuano, análisis de su desarrollo y situación actual. Inv.Pesq.Inst.Fom.Pesq.Santiago, Chile, 29:21 p.

_____, 1981 Situación de los recursos pelágicos de la zona Norte. En III Jornadas en pesquerías chilenas. Valparaiso, Universidad Católica de Valparaíso. Escuela de Ciencias del Mar, 34 p.

_____, 1983 Changes in the abundance of pelagic resources along the Chilean coast. FAO Fish.Rep./FAO Inf.Pesca, (291)Vol.2:255-84

_____, 1986 La ictiofauna. Sardina, Sardinops sagax. OLDEPESCA Doc.Pesca, (1):43-7

_____, 1986a Investigación biológico-pesquera para la administración de las pesquerías pelágicas. 1. Determinación de la abundancia, nivel de explotación y excedentes de producción de la sardina, Sardinops sagax. Informe Técnico. Chile, Subsecretaría de Pesca, 45 p.

_____, 1986b Desarrollo de la pesquería de anchoveta (Engraulis ringens) y los cambios de su abundancia. Invest.Pesq., Chile, 33:13-24

Serra, R. y A. Zuleta, 1982 La pesquería chilena: antecedentes. En Segundo Seminario Taller. Bases biológicas para el uso y manejo de recursos naturales renovables: recursos biológicos marinos, editado por J.C. Castilla. Monogr.Biol., 2:19-37

_____, 1986 Dinámica poblacional de las especies pelágicas y estimación de parámetros vitales. Sardina. OLDEPESCA Doc.Pesca, (1):133-9

Serra, J. et al., 1979 Sardina española Sardinops sagax musica De Buen. Teleostomi Clupeiformes Clupeidae. En Estado actual de las principales pesquerías nacionales: bases para un desarrollo pesquero. Tomo I: Peces. Santiago, Chile, CORFO-IFOP, (AP-79-18):37 p.

Starks, E.C., 1906 A collection of fishes made by Simons in Ecuador and Perú. Proc.U.S.Natl.Mus., 30:761-800

Torres, A., C. Martínez y J. Avaria, 1985 Migraciones de la sardina española en el Pacífico Suroriental, durante el fenómeno El Niño 1982-83 y en 1984. Invest.Pesq., Chile, 32:95-100

Tsukayama, I., 1983 Recursos pelágicos y sus pesquerías en Perú. Rev.Com.Perm.Pacif.Sur, (13):25-63

_____, 1986 Patrones de captura y tendencias. Perú. OLDEPESCA Doc.Pesca, (1):59-63

Tsukayama, I. y H. Santander, 1986 Cambios bióticos y efectos sobre los recursos pesqueros y las pesquerías en Perú. En El fenómeno El Niño 1982-83 con particular referencia a sus efectos sobre los recursos pesqueros y las pesquerías en el Pacífico Sudeste. Rev.Com.Perm.Pacif.Sur, (16)

Vela, J. y J. Rubio, 1985 Movimientos migratorios de la sardina determinados por marcaciones. En Actas 1er. Congreso Nacional de biología pesquera, editado por A. Tresierra. Trujillo, Perú, Colegio de Biólogos Regional del Norte, pp. 71-4

Vidal, J., 1967 Some population dynamics of the spanish sardine (Sardinops sagax musica) in Antofagasta Chile. M.Sc. Thesis. Seattle, University of Washington, 74 p.

Vidal, J., 1985 Estimaciones de edad y crecimiento para la sardina española (Sardinops sagax musica) en la zona Norte de Chile basados en el método de Petersen. En Estudios en pesquerías chilenas, editado por T. Melo. Valparaíso, Universidad Católica de Valparaíso, pp. 131-54

Whitehead, P.J.P., 1970 The Clupeoid fishes described by Steindachner. Bull.Brit.Mus.(Nat.Hist.)(Zool.), 20(1):46 p., 3 plates

_____, 1985 FAO species catalogue. Vol.7. Clupeoid fishes of the world (suborder Clupeoidei). An annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sprats, shads, anchovies and wolfherrings. Part 1. Chirocentridae, Clupeidae and Pristigasteridae. FAO Fish.Synop., (125)Vol.7,Pt.1:303 p.

Yañez, E., M.A. Barbieri y O. Barra, 1986 Evaluación de los principales recursos pelágicos explotados en la zona Norte de Chile entre 1957 y 1985. En La pesca en Chile, editado por P. Arana. Valparaiso, Escuela de Ciencias del Mar, Universidad Católica de Valparaíso, pp. 183-94

Zuta, S., I. Tsukayama y R. Villanueva, 1983 El ambiente marino y las fluctuaciones de las principales poblaciones pelágicas de la costa peruana. FAO Fish.Rep./FAO Inf.Pesca, (291)Vol.2:179-254

Zuzunaga, J., 1985 Información estadística sobre captura y esfuerzo de las pesquerías pelágicas, Perú, 1982-84. Callao, Instituto del Mar del Peru, 3 p. más anexos

ISBN 92-5-302702-9
M-42/S8134/S/1/9.88/1500